



Pedro Miguel Peralta Leandro

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores

Apoio a crianças com Perturbações a nível do Desenvolvimento através de Jogos Digitais

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor Tiago Cardoso, Professor Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Júri:

Presidente: Professor Doutor Rodolfo Alexandre Duarte Oliveira

Arguente: Professor Doutor João Carlos da Palma Goes



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro, 2017

Apoio a crianças com Perturbações a nível do Desenvolvimento através de Jogos Digitais

Copyright © Pedro Miguel Peralta Leandro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Para a minha querida família e meus amigos

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao professor Tiago Cardoso por esta oportunidade única de estar envolvido num projeto que visa mudar as vidas de crianças com necessidades especiais, tendo sido uma experiência a guardar para a vida.

Os meus agradecimentos estendem-se à Faculdade de Ciências e Tecnologia por me acolher como seu aluno, e proporcionar um vasto leque de experiências e conhecimentos marcantes.

Gostaria de agradecer também à doutora Sofia Monteiro, terapeuta no DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil, pelo seu apoio incansável e por ter possibilitado a validação desta dissertação, ao testar durante várias semanas o jogo nas suas crianças.

Por último quero agradecer à minha família e amigos, porque sem eles, toda esta etapa académica teria sido impossível, pelo apoio prestado e pelo carinho demonstrado. Um grande obrigado a todos eles.

Resumo

Nos dias que correm o nome Perturbações a nível do Desenvolvimento, mais em específico do desenvolvimento intelectual e da linguagem, não é muito sonante à maioria das pessoas, no entanto é algo que está relativamente presente na população portuguesa. As crianças que sofrem desta perturbação tendem a ter uma infância e, posteriormente, um crescimento diferente do comum. Podendo levar em alguns casos à exclusão social, sendo que a socialização é algo essencial no crescimento de qualquer indivíduo.

No entanto, esta questão tem vindo a ser combatida por terapeutas com especialização nestas patologias em concreto, mas as ferramentas que estes têm à sua disposição não acompanharam a evolução tecnológica que temos vindo a assistir com o passar dos tempos, utilizando assim ainda métodos baseados em observação e escolha ou simplesmente de escrita, causando um desinteresse por parte das crianças.

Nesta dissertação visa-se desenvolver um jogo digital, visualmente simples, que auxilie os terapeutas no combate a estas perturbações, exercitando a compreensão e expressão verbal, visto que se torna mais apelativo a uma criança estar a jogar enquanto trabalha, até mesmo entre cada sessão de terapia, ao invés de fazer os seus habituais exercícios, enquanto ao terapeuta possibilita um trabalho por parte da criança mais motivado, e uma recolha de dados de forma automática para poder analisar os aspetos a melhorar do seu paciente.

Palavras-chave: Jogo Digital, Jogos Sérios, Motor de Jogo, Perturbações do Desenvolvimento, Crianças, Terapias

Abstract

Nowadays the concept of Development Disturbances is not that familiar to the most of us, although it is something largely present in modern society. Children affected with these disorders tend to have a childhood and, if not treated correctly, adulthood as well, different from the usual cases. That can result in social exclusion, in some cases, and social interaction is something essential during the childhood.

Although this problem is being fought by therapists with proper skills to do it, the tools they have at their disposal have not followed the technological growth that we are witnessing, still using observation and choice or written methods, causing a loss of interest by the children in the therapy sessions.

This dissertation's objective is to develop a digital game, simple in terms of graphics, that aids therapist on their efforts against these disturbances, practicing verbal comprehension and expression, since it becomes more appealing for children to play a game while they are working, even to practice between therapy sessions, instead of doing the usual exercises. As for the therapist, the tool allows a more motivated work by the children and an automated data gathering system to better comprehend the aspects that the children need to improve.

Keywords: Digital Game, Serious Games, Game Engine, Developmental Disorders, Children, Therapies

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	MOTIVAÇÃO.....	3
1.2	OBJETIVOS.....	4
2.	ESTADO DA ARTE	5
2.1	O QUE É UM JOGO DIGITAL?	5
2.2	JOGOS SÉRIOS	6
2.3	GAME ENGINE	9
2.3.1	<i>Cry Engine.....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Unreal Engine.....</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Unity3D</i>	<i>11</i>
2.3.4	<i>Comparação e Escolha do Game Engine.....</i>	<i>12</i>
2.4	PERTURBAÇÕES DO DESENVOLVIMENTO	12
2.4.1	<i>Perturbações do Desenvolvimento Intelectual</i>	<i>13</i>
2.4.2	<i>Perturbações da Linguagem.....</i>	<i>13</i>
2.5	TERAPIAS	13
2.5.1	<i>Métodos Tradicionais</i>	<i>14</i>
2.5.2	<i>Métodos Tecnológicos.....</i>	<i>15</i>
3.	FALAR PELOS COTOVELOS	19
3.1	REQUISITOS DO JOGO	19
3.2	DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA.....	20
3.2.1	<i>Modelo do Sistema.....</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Organização do jogo</i>	<i>21</i>

3.2.3	<i>Estruturação das etapas e níveis.....</i>	<i>24</i>
4.	VALIDAÇÃO	29
4.1	FERRAMENTA ADOTADA.....	29
4.2	PROCESSAMENTO E ENVIO DOS DADOS	31
4.3	FUNCIONAMENTO DO JOGO	36
4.3.1	<i>Menu</i>	<i>36</i>
4.3.2	<i>Categorias.....</i>	<i>37</i>
4.4	RESULTADOS DE VALIDAÇÃO.....	49
5.	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	57
6.	REFERÊNCIAS	59
7.	ANEXOS	63

Lista de Figuras

FIGURA 1.1. CONCEITOS NECESSÁRIOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO SÉRIO	2
FIGURA 2.1. JOGOS SÉRIOS NA INDÚSTRIA MILITAR [10].....	7
FIGURA 2.2. JOGOS SÉRIOS NA ÁREA GOVERNAMENTAL [12].....	7
FIGURA 2.3. JOGOS SÉRIOS NA EDUCAÇÃO [14].....	8
FIGURA 2.4. JOGOS SÉRIOS NA SAÚDE [17], [18]	8
FIGURA 2.5. JOGOS SÉRIOS NO MERCADO DE TRABALHO [19]	9
FIGURA 2.6. LOGÓTIPO CRY ENGINE [21].....	10
FIGURA 2.7. JOGOS DESENVOLVIDOS EM CRYENGINE [22]–[24]	10
FIGURA 2.8. LOGÓTIPO UNREAL ENGINE [26]	11
FIGURA 2.9. JOGOS DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO UNREAL ENGINE [28]–[30]	11
FIGURA 2.10. LOGÓTIPO DO UNITY [33]	12
FIGURA 2.11. JOGOS DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DE UNITY [34]–[36]	12
FIGURA 2.12. FERRAMENTA <i>PHRASE FLIPS</i> DA <i>SUPER DUPER</i> [41].....	15
FIGURA 2.13. LOGÓTIPO LEXICO [42].....	16
FIGURA 2.14. EXEMPLOS DA INTERFACE DA APLICAÇÃO LÉXICO, JÁ NO JOGO	16
FIGURA 3.1. SISTEMA GERAL RELATIVO AO FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA.....	21
FIGURA 3.2. MODELO DE RELACIONAMENTO DAS VÁRIAS COMPONENTES DO JOGO	23
FIGURA 3.3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO PARA O UTILIZADOR E O GESTOR DE JOGO	24
FIGURA 3.4. ESQUEMA DE DIVISÃO DO JOGO EM ETAPAS E NÍVEIS	25
FIGURA 3.5. DIAGRAMA ILUSTRATIVO DA ESCOLHA DE ETAPAS	26
FIGURA 3.6. FUNCIONAMENTO DE UMA ETAPA	27
FIGURA 4.1. AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO EM UNITY3D	30
FIGURA 4.2. EXEMPLO DE CÓDIGO EM MONODEVELOP	30
FIGURA 4.3. ECRÃ DE REGISTO E DE LOGIN, RESPECTIVAMENTE	31
FIGURA 4.4. EXEMPLO DA GRAVAÇÃO DE PROGRESSO DO JOGADOR.....	33
FIGURA 4.5. EXEMPLO DO MENU DA CONTA GMAIL RELATIVA À RECOLHA DE DADOS	34
FIGURA 4.6. ESQUEMA DE PROCESSOS NO MENU.....	36
FIGURA 4.7. MENU INICIAL DO JOGO.....	37
FIGURA 4.8. <i>SCREENSHOT</i> DO MENU DE ESCOLHA DE CATEGORIAS.....	38

FIGURA 4.9. <i>SCREENSHOT</i> DA ETAPA INICIAL DA CATEGORIA DAS CORES	40
FIGURA 4.10. <i>SCREENSHOTS</i> DAS ETAPAS 1 E 2 DA CATEGORIA DAS CORES, RESPETIVAMENTE	40
FIGURA 4.11. <i>SCREENSHOT</i> DA ETAPA 3 DA CATEGORIA DAS CORES	41
FIGURA 4.12. <i>SCREENSHOT</i> DA ETAPA 1 DA CATEGORIA DOS LOCATIVOS.....	43
FIGURA 4.13. <i>SCREENSHOTS</i> DAS ETAPAS 2 E 3 DA CATEGORIA DOS LOCATIVOS, RESPETIVAMENTE.....	43
FIGURA 4.14. <i>SCREENSHOT</i> DO CONTROLO PARENTAL E DA ETAPA DE DESCRIÇÃO DA CATEGORIA DOS LOCATIVOS..	44
FIGURA 4.15. <i>SCREENSHOTS</i> DAS ETAPAS 1, 2 E 3 DA CATEGORIA DOS NÚMEROS, RESPETIVAMENTE.....	45
FIGURA 4.16. <i>SCREENSHOTS</i> DAS ETAPAS 1 E 2 DA CATEGORIA DAS FUNÇÕES, RESPETIVAMENTE	46
FIGURA 4.17. <i>SCREENSHOT</i> DA ETAPA 3 DA CATEGORIA DAS FUNÇÕES	47
FIGURA 4.18. MINIJOGO ASSOCIADO À CATEGORIA DOS NÚMEROS.....	48
FIGURA 4.19. TAXA DE APROVAÇÃO ANTES E DEPOIS DO CONTACTO COM O JOGO	54
FIGURA 7.1. DADOS RETIRADOS ATRAVÉS DA FERRAMENTA DE VÁRIAS CRIANÇAS (1ª PARTE)	79
FIGURA 7.2. DADOS RETIRADOS ATRAVÉS DA FERRAMENTA DE VÁRIAS CRIANÇAS (2ª PARTE)	80

Lista de Tabelas

TABELA 2.1. ÁREAS DE USO DE JOGOS SÉRIOS.....	9
TABELA 4.1. INFORMAÇÃO RETIRADA DO UTILIZADOR PARA USO DENTRO DE JOGO	32
TABELA 4.2. INFORMAÇÃO ENVIADA	33
TABELA 4.3. EXEMPLO DE DADOS TRATADOS DE UMA CRIANÇA AO JOGAR DUAS ETAPAS	35
TABELA 4.4. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS ENVOLVENDO CORES	51
TABELA 4.5. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS ENVOLVENDO NÚMEROS.....	52
TABELA 4.6. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS ENVOLVENDO LOCATIVOS	53
TABELA 4.7. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS ENVOLVENDO FUNÇÕES	53
TABELA 7.1. COMPARAÇÃO DOS GAME ENGINES.....	63
TABELA 7.2. TAREFAS QUE COMPÕEM A CATEGORIA DAS CORES	64
TABELA 7.3. TAREFAS QUE COMPÕEM A CATEGORIA DOS NÚMEROS	65
TABELA 7.4. TAREFAS QUE COMPÕEM A CATEGORIA DOS LOCATIVOS.....	66
TABELA 7.5. PALAVRAS QUE CONSTITUEM AS TAREFAS NA ETAPA 1 DOS LOCATIVOS.....	66
TABELA 7.6. LOCATIVOS PRESENTES NAS ETAPAS 2 E 3 DOS LOCATIVOS.....	66
TABELA 7.7. LISTA DAS FRASES QUE ESTÃO PRESENTES NA ETAPA DE DESCRIÇÃO DOS LOCATIVOS	67
TABELA 7.8. TAREFAS QUE COMPÕEM A CATEGORIA DAS FUNÇÕES	68
TABELA 7.9. OBJETOS DA CATEGORIA DAS FUNÇÕES	68
TABELA 7.10. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 2, ENVOLVENDO CORES	69
TABELA 7.11. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 2, ENVOLVENDO NÚMEROS.....	69
TABELA 7.12. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 2, ENVOLVENDO LOCATIVOS	70
TABELA 7.13. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 2, ENVOLVENDO FUNÇÕES	70
TABELA 7.14. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 3, ENVOLVENDO CORES	71
TABELA 7.15. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 3, ENVOLVENDO NÚMEROS.....	71
TABELA 7.16. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 3, ENVOLVENDO LOCATIVOS	72
TABELA 7.17. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 3, ENVOLVENDO FUNÇÕES	72
TABELA 7.18. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 4, ENVOLVENDO CORES	73
TABELA 7.19. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 4, ENVOLVENDO NÚMEROS.....	73
TABELA 7.20. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 4, ENVOLVENDO LOCATIVOS	74
TABELA 7.21. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 4, ENVOLVENDO FUNÇÕES	74
TABELA 7.22. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 5, ENVOLVENDO CORES	75
TABELA 7.23. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 5, ENVOLVENDO NÚMEROS.....	75
TABELA 7.24. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 5, ENVOLVENDO LOCATIVOS	76
TABELA 7.25. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 5, ENVOLVENDO FUNÇÕES	76
TABELA 7.26. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 6, ENVOLVENDO CORES	77
TABELA 7.27. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 6, ENVOLVENDO NÚMEROS.....	77
TABELA 7.28. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 6, ENVOLVENDO LOCATIVOS	78
TABELA 7.29. ANÁLISE DAS CAPACIDADES ASSIMILADAS, NO SUJEITO 6, ENVOLVENDO FUNÇÕES	78

Introdução

As perturbações do desenvolvimento, segundo a Associação para a Inclusão e apoio ao Autista (AIA), são um conjunto de doenças crónicas, associadas a problemas mentais e/ou físicos, dificultando assim a vida quotidiana da pessoa afetada por essas patologias. Todos os dias existem profissionais dedicados a contrariar os efeitos destas perturbações, sejam eles psicólogos, sociólogos ou terapeutas da fala; tentando no seu esforço máximo, sobretudo, promover a integração social dos doentes com as perturbações anteriormente mencionadas. Infelizmente os recursos disponíveis aos profissionais não têm vindo a acompanhar o desenvolvimento tecnológico que temos vindo a assistir ao longo do tempo. Assim sendo estes têm ainda que trabalhar com as mesmas ferramentas ao longo do tempo, o que vai provocando um certo desinteresse e desatenção por parte dos pacientes. Visto que é algo difícil para uma criança, especialmente com perturbações do desenvolvimento, manter a sua atenção constante durante algum tempo, esta acaba por perder também o interesse na terapia.

Tornar-se-ia mais apelativo, então, a uma criança, durante as sessões ou até mesmo quan-

“O Fernando falou muito tarde. E também tinha muitas dificuldades em compreender o que se lhe dizia. Aos três anos de idade, já na creche, dizia uma única palavra perceptível para os familiares; e não compreendia as ordens, mesmo as simples. Aos quatro anos, dizia sete palavras e continuava com muitas dificuldades na compreensão. Aos cinco anos de idade, o seu vocabulário aumentou muito e já conseguia dizer pequenas frases de três palavras; e começou, nesta altura, a utilizar os pronomes pessoais; e a compreensão verbal melhorou bastante. Mas sempre com uma linguagem inferior à dos outros meninos. O Fernando sempre foi muito simpático e reinadio. Não havia melhor do que ele nos puzzles, nas construções e no computador. Só a linguagem é que o tornava diferente. Quando entrou para a escola, a aprendizagem da leitura foi uma verdadeira tragédia. O Pediatra do Desenvolvimento que o viu, lá em Angra do Heroísmo, foi perentório: tratava-se de uma Perturbação da Linguagem. Foi elaborado um guião de intervenção dirigido às suas dificuldades de linguagem e de leitura, e os resultados, hoje, volvidos três anos estão à vista: fala bem e é um dos melhores alunos da classe. A vaidade é tanta, que o Fernando, quando for mais velho, diz que quer ser advogado.” [39]

do chega a casa, poder ter o seu momento de lazer usufruindo de um jogo que enquanto a diverte vai também passando o conceito pretendido pelo terapeuta. Mas será isto possível?

É neste conceito que se inserem os jogos sérios, sendo o objetivo dos mesmos provocar uma mudança comportamental no seu jogador, desenvolvido em parceria com terapeutas através de técnicas previamente estudadas para o efeito (esquematizado na Figura 1.1). As mudanças poderão ser de atitude, conhecimentos, capacidades físicas ou cognitivas e até mesmo de saúde mental [1].

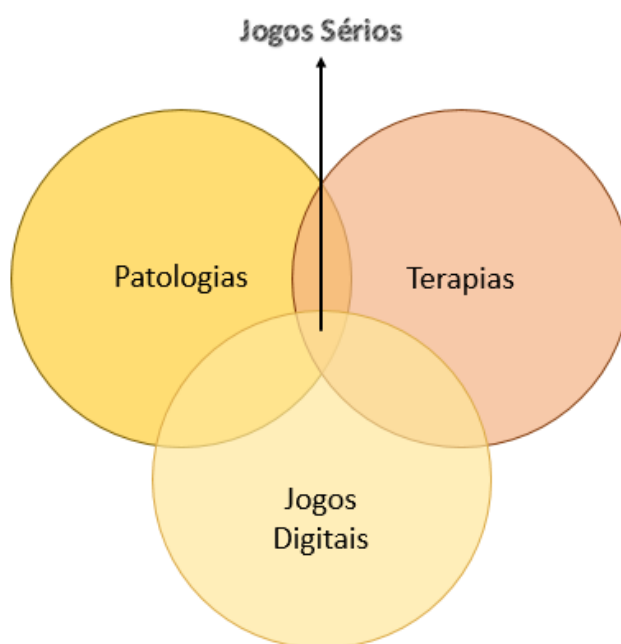


Figura 1.1. Conceitos necessários para a construção de um jogo sério

São estes mesmos traços que diferem no jogo sério do habitual jogo, ao qual o utilizador comum está acostumado e que tem apenas o intuito de entreter. Mas para tal é necessário estudar as melhores maneiras de abordar o desenvolvimento do jogo, visto que este não pode ir contra o trabalho efetuado pelos terapeutas, isto é, se uma criança com perturbações de desenvolvimento tem dificuldades em compreender as mensagens que se quer passar, o jogo desenvolvido para estas não pode conter demasiada informação nem pode ser demasiado distrativo, visto que se torna complicado para as crianças manterem a atenção numa tarefa e captar a informação nela contida.

Pode-se então inferir que para a construção de um jogo sério da melhor maneira possível, é necessário a perfeita harmonia de três estudos diferentes:

- **Jogos digitais:** saber qual a melhor maneira de desenvolver o jogo e quais as características que definem o mesmo.

- **Patologias:** conhecer bem quais as patologias que se pretendem combater ao desenvolver o jogo, sabendo as consequências de adicionar ou remover uma certa componente no jogo.
- **Terapias:** visto que já existem diferentes estudos sobre qual a melhor forma de se abordar as perturbações, deve-se então fazer uma pesquisa sobre o que é mais eficaz terapeuticamente, para cada patologia. No caso desta dissertação teve lugar o especial apoio do DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil e dos seus terapeutas.

1.1 *Motivação*

Assim, como foi mencionado anteriormente, as crianças que sofrem destas perturbações (bem como os seus familiares), vêm repercussões das marcas deixadas pelas patologias quando não devidamente tratadas com o apoio de um especialista. Estas repercussões podem-se vir a manifestar na adolescência ou até mesmo em idades mais avançadas sobre a forma de atraso mental ou, em casos menos graves, por vários tipos de dislexias. Podem existir casos em que nenhuma destas patologias venham associadas à perturbação, mas ficará sempre presente durante o crescimento da criança, uma barreira na comunicação associada à expressão de conceitos, provocando assim de alguma forma uma exclusão social [2].

Estas crianças geralmente são submetidas a terapias, como é o exemplo do trabalho desenvolvido no DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil, de forma a tentar contrariar os efeitos provocados pelas perturbações, sendo que, na grande maioria dos casos, é possível o reverter da situação, proporcionando assim à criança um crescimento mais próximo possível da normalidade.

No sentido de garantir uma maior integração social e igualdade de direitos de oportunidades, existe também um esforço por parte dos órgãos governamentais para incluir estas pessoas no meio de trabalho, proporcionando-lhes trabalho, com direito a remuneração, beneficiando tanto as empresas como a pessoa, tornando-se a mesma mais produtiva e independente [3].

Grande parte do trabalho de ensino ou reabilitação das crianças parte destes centros dedicados ao tratamento destas patologias. Para este efeito são usados jogos convencionais (de mesa) de forma a estimular mais a criança que subconscientemente está a trabalhar nas suas fragilidades, ao invés desta estar constantemente a fazer fichas e responder a questões. Aproveitando esta vertente dos jogos, como forma de estimular uma criança, e notando que cada vez mais cedo as pessoas exercem contacto direto com aparelhos tecnológicos e jogos digitais, cria-se uma possibilidade de renovação destes métodos de ensino. Assim sendo abre-se uma possibilidade de criação de jogos em formato digital que ao mesmo tempo possa ter fins terapêuticos, de forma a ajudar tanto o paciente como o terapeuta.

1.2 Objetivos

Com esta dissertação vai-se em busca de fornecer aos terapeutas, não um método alternativo, mas sim um método complementar (jogo sério) de tratamento das perturbações a nível do desenvolvimento, anteriormente mencionadas, de forma a que os pacientes possam usufruir desta ferramenta tanto nas sessões que realizam com os terapeutas e, principalmente, no conforto de sua casa entre cada duas sessões de terapia, como um método didático de autoaprendizagem.

O trabalho de investigação e o jogo daí resultante terão como público alvo crianças com as patologias referidas, na faixa etária dos 3 aos 5 anos. Será desenvolvido em parceria com o DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil, no sentido em que a parte de conteúdo do jogo, isto é, quais as melhores maneiras de abordar as questões e qual o *layout* mais conveniente, será ditado pelos terapeutas. Os dados do progresso efetuado pelo paciente serão então armazenados para quando os terapeutas quiserem avaliar o seu desempenho poderem simplesmente aceder a esta informação de forma simples, estruturada e confortável, enquanto às crianças fornece a possibilidade de utilizar o tempo de terapia como um momento que pode também ser lúdico, alterando assim a sua forma de pensar em relação às sessões que vêm a praticar.



Estado da Arte

Ao abordar o tema desta dissertação há que primeiro dissecar os conceitos subjacentes à mesma, assim sendo ir-se-á falar sobre o que é um vídeo jogo, isto é, o que o define, e quais os objetivos do desenvolvimento do mesmo. Ainda dentro da categoria dos jogos, explicar-se-á o conceito de jogo sério e quais as diferentes finalidades para o mesmo. Para desenvolver um jogo é necessário recorrer a um *Game Engine*, este será abordado mais à frente, fazendo também uma análise comparativa dos vários disponíveis para o desenvolvimento desta dissertação.

Também serão abordadas quais as patologias em causa neste estudo, o que as influencia, quais as suas repercussões na vida de um sujeito afetado, e qual a melhor maneira para as resolver. Para tal será feito um estudo aos métodos utilizados para tratar estas perturbações, tanto os mais tradicionais como novos métodos que têm vindo a ser desenvolvido em plataformas digitais.

2.1 O que é um Jogo Digital?

Entende-se por jogo digital, um jogo interativo, que junta componentes audiovisuais, operado pelo utilizador através de dispositivos eletrónicos (podendo estes ser consolas dedicadas, computadores e até mesmo dispositivos móveis) com a finalidade de chamar a atenção dos seus jogadores, de forma a entretê-los ou até passar informação e instruir (no caso dos jogos sérios).

As características estruturais que um jogo deve incluir já foram alvo de estudo, verificando-se que as mais importantes incluem [4]:

- *Som* - efeitos sonoros e música de fundo.
- *Grafismo* - ambiente de alta qualidade e realista.

- *Duração do jogo* - quanto tempo o jogador demora a completar as várias tarefas.
- *Grau de envolvimento* - quão rápido o jogador se envolve no jogo.
- *Dificuldade* - define a rapidez com que o jogador avança no jogo.
- *História* - se é baseado em algo, ou apenas uma história fictícia, quando esta existe.
- *Condição Vitória/Derrota* - possibilidade de ganhar/perder pontos, recompensas, etc.
- *Dinâmica de Jogo* - explorar o jogo, elementos surpresa, interações recorrendo a inteligência artificial, diferentes finais para o jogo, resolver *puzzles*, etc.

No entanto está provado que, quando jogados de forma excessiva, os jogos podem causar dependência, em especial nos jogos *online* (visto que o jogo nunca é pausado ou não acaba e pode ser jogado em qualquer altura) [5]. Este vício pode provocar uma privação de necessidades básicas por parte do jogador, entre as quais, alimentação, repouso e até necessidades fisiológicas, que ao serem ignoradas durante um período prolongado podem influenciar negativamente a saúde da pessoa. Assim é importante que seja tido em conta que o jogo não cause vício para o jogador até ao ponto de ser prejudicial para o mesmo.

Por outro lado, pode-se usar este crescente uso de jogos, sobretudo em crianças, para se tentar passar uma mensagem (de forma passiva), isto é, estando os jogadores de tal forma imersos no jogo, inconscientemente vão assimilando a informação ou exercitando determinadas capacidades que o jogo pretende passar, utilizando para tal fim os jogos sérios.

2.2 Jogos Sérios

O que difere os jogos chamados sérios dos restantes é o objetivo que o próprio jogo tem, sendo que o destes jogos é o de alcançar mudanças positivas, ao invés de simplesmente entreter, a nível comportamental no jogador (jogos terapêuticos) ou então adquirir determinadas competências (treino através de simuladores) [6], [7].

Estes jogos são usados nas mais diversas áreas (Tabela 2.1), sendo as mais importantes [8]:

- **Indústria Militar:** Muitos destes jogos são simuladores, abstrações de um ou vários elementos da realidade que se pretende simular. Sendo esta indústria um dos maiores pioneiros em torno dos jogos sérios, visto que quanto melhor for a qualidade do jogo mais semelhante à realidade ele fica e consequentemente, melhor o treino dos soldados se torna, evitando assim possíveis erros numa situação real, ou simplesmente para melhorar as suas capacidades em terreno, como é o exemplo do jogo *Engagement Skills Trainer* (EST), ilustrado na Figura 2.1 [9].



Figura 2.1. Jogos sérios na Indústria Militar [10]

- **Governamental:** Dentro do governo existem jogos desenvolvidos para vários setores públicos, de forma a melhorar a performance de resposta que um determinado agente do estado é capaz de dar. Um dos exemplos é o simulador de resposta a incêndios, utilizados para estudar a forma mais correta de propagação de incêndios, ou para instruir um sujeito a utilizar o extintor em caso de incêndio. A Figura 2.2 é um exemplo de um desses simuladores (*3D Fire Simulator* [11]) em que o utilizador tem de apagar um fogo numa determinada situação, desenvolvendo assim as suas capacidades de reação no caso de incêndio.



Figura 2.2. Jogos sérios na área governamental [12]

- **Educação:** A utilização de jogos como uma ferramenta de ensino tem vindo a tentar provar a sua eficácia nos últimos tempos e, gradualmente, a sua introdução tem vindo a ser cada vez mais aceite. Mas ainda assim é alvo de críticas por parte dos mais céticos, pedindo provas que os jogos ensinam algo de útil, e o que estes acrescentam quando comparados com os métodos de ensino tradicionais. No entanto, assim como qualquer outra ferramenta de ensino nova (uso de computadores nas escolas, ou até mesmo o uso da própria internet) esta tem um grande potencial de crescimento, sobretudo pela capacidade que um jogo tem

de cativar o seu utilizador. Um exemplo de jogo educacional é ilustrado na Figura 2.3 (*Math Games & Preschool Educational Games-123 Numbers, Free Learning App For Kids to learn*), em que o jogador tem como objetivo efetuar os cálculos que vão aparecendo, de forma a passar de nível e aprender ao mesmo tempo [13].



Figura 2.3. Jogos sérios na Educação [14]

- **Saúde:** Para esta categoria podem ser utilizados os jogos tanto por parte dos pacientes, quando o seu intuito é o de terapia [15] (por exemplo: jogos que treinam repetição de movimentos, ou que tenham de desenvolver certas capacidades mentais que estejam em défice), como pelos médicos, quando o seu objetivo é o de treinar para certos procedimentos [16], sendo cada um destes casos exemplificado na Figura 2.4, respetivamente (o primeiro *OmnivR* e o segundo *PULSE*).



Figura 2.4. Jogos sérios na Saúde [17], [18]

- **Mercado de Trabalho:** As empresas tendem a ter uma vasta lista de necessidades de treino para os seus funcionários, daí o seu interesse no uso jogos sérios em formações. E o seu objetivo é poder aplicar a todos os seus empregados, independentemente do seu cargo, este tipo de simuladores virtuais. *Maersk Training* especializa-se a dar formação sobre plataformas *off-shore*, sendo um dos seus simuladores apresentado na Figura 2.5 [19].



Figura 2.5. Jogos sérios no Mercado de Trabalho [19]

Tabela 2.1. Áreas de uso de jogos sérios

Áreas	Descrição
Indústria militar	Quando usado pela indústria militar
Governamental	Quando para auxiliar filiais do governo
Educação	Quando usado para aprendizagem, independentemente da idade do jogador
Saúde	Quando usado para propósito de saúde, tanto para os pacientes como para os médicos/enfermeiros
Mercado de trabalho	Quando simula situações reais de trabalho, no setor privado

2.3 Game Engine

Um *Game Engine*, ou motor de jogo, é uma *framework* (plataforma de desenvolvimento de aplicações de *software*) elaborada no sentido de facilitar a programação ao ser desenvolvido um jogo. Quanto melhor for esta ferramenta, mais simples e mais realista se torna o processo de desenvolvimento do jogo em si (para consolas, computadores e até mesmo dispositivos móveis), proporcionando consequentemente uma melhor experiência de jogo ao utilizador. As propriedades mais importantes que um motor de jogo deve ter incumbidas em si incluem:

- *physics engine* - para simular toda a realidade física do jogo.
- *rendering engine* - para gerar os gráficos, tanto em 2D como em 3D.
- *audio engine* - contém os algoritmos que associam a componente do som ao jogo a desenvolver.
- *scripting engine* - onde é feita a programação propriamente dita, por parte do *developer*.

Todas estas ferramentas são desenvolvidas no sentido de melhorar a experiência da construção de jogo na perspectiva do programador e do gestor de projeto.

Entre os vários *Game Engines* disponíveis segue-se uma breve introdução aos mais populares, incluindo entre eles o *Unity3D*, utilizado neste projeto.

2.3.1 *Cry Engine*

Criado pela empresa *CryTek* o *Cry Engine*, Figura 2.6, é utilizado para desenvolver jogos, já de alto nível assim como alguns jogos mais básicos, para diversas plataformas entre as quais *Playstation 4*, *Xbox One*, *Oculus Rift*, *Windows PC* e *Linux PC* [20]. Este motor vai agora na sua quinta versão, *Cry Engine V*. Um dos grandes pontos a seu favor é a libertação dos direitos de autor dos seus consumidores, no sentido em que ao pagar a licença (por 50€ ou 150€ por mês, dependente do tipo de *membership*) após uma eventual comercialização do jogo criado, o programador não necessita de pagar nada à *CryTek*.



Figura 2.6. Logótipo Cry Engine [21]

Presentemente, existem vários jogos desenvolvidos através desta plataforma alguns dos mais relevantes são *Far Cry*, *Crisis*, e mais recentemente *The Climb*, Figura 2.7.



Figura 2.7. Jogos desenvolvidos em CryEngine [22]–[24]

2.3.2 *Unreal Engine*

O *Unreal Engine*, Figura 2.8, é uma ferramenta de desenvolvimento de jogos (atualmente na quarta versão) criado pela empresa *Epic* (criadora do sucesso mundial *Unreal Tournament*), lançado em março de 2014. Este é considerado um dos melhores motores de criação de jogos existentes no mercado (funcionando para quase todas as plataformas: PC, Mac, Xbox e PlayS-

tation), sendo agora disponibilizado numa versão gratuita, necessitando apenas o programador de dar 5% do seu lucro à *Epic* após feita uma receita de 2852€ por produto [25].



Figura 2.8. Logótipo Unreal Engine [26]

Entre os vários jogos efetuados através desta ferramenta, desde *First Person Shooters* até *Massive Multiplayer Online Role-Playing Games*, os mais conhecidos, apresentados na Figura 2.9, são *Unreal Tournament 2004*, *Gears of War 3* e *Borderlands2*, respetivamente [27].



Figura 2.9. Jogos desenvolvidos através do Unreal Engine [28]–[30]

2.3.3 Unity3D

Unity3D, Figura 2.10, lançado em 2004 apenas para *Mac* e estando neste momento na quinta versão do *software*, é uma plataforma de desenvolvimento gratuita (desde que se use a versão *Personal*, tendo também outras versões pagas, com as respetivas regalias), que permite ao utilizador ter uma interface gráfica simples e de fácil aprendizagem, se for inexperiente ao programa. Na versão atual uma das suas grandes vantagens é a fácil exportação para todas as plataformas móveis, incluindo *BlackBerry*, *Windows Phone 8*, *IOS* e *Android*, tornando-se assim num excelente motor para desenvolver aplicações para dispositivos móveis [31], [32]. Outro fator que entra em grande peso a favor do *Unity3D* é a sua comunidade, isto é, a própria empresa disponibiliza no seu *site* um fórum de entreaajuda para utilizadores, além de uma vasta biblioteca, completamente gratuita, com quase toda a informação necessária ao desenvolvimento de um jogo.



Figura 2.10. Logótipo do Unity [33]

Os jogos mais populares desenvolvidos em *Unity* são o *Temple Run Trilogy*, *Kerbel Space Program* e, o sucesso *Blizzard, Hearthstone: Heroes of Warcraft*, respetivamente representados na Figura 2.11.



Figura 2.11. Jogos desenvolvidos através de Unity [34]–[36]

2.3.4 Comparação e Escolha do Game Engine

Fazendo uma análise comparativa, demonstrada na Tabela 7.1 em anexo, e também tendo em conta que o jogo a ser desenvolvido tem como principal foco dispositivos moveis, sejam estes *Android*, *IOS* e até mesmo *Windows Phone*, e integração num ambiente bidimensional a escolha mais acertada de qual o motor de jogo a ser utilizada é o *Unity3D* [37]. Visto que tem uma interface gráfica extremamente *User Friendly*, tem um dos melhores ambientes de desenvolvimento 2D disponíveis, também porque é gratuito e a comunidade envolvente a esta ferramenta disponibiliza uma vasta base de informações (em forma de tutoriais, Q&A, ou até mesmo fóruns de discussão, no próprio *site* da *Unity*), essenciais à aprendizagem deste utensílio de trabalho, tornando-se a sua curva de aprendizagem mais apelativa relativamente aos outros motores de jogo (existe uma rápida afeição ao *Unity*). Também ao longo do meu percurso académico estive em contato com o mesmo, utilizando-o em algumas cadeiras e por vezes para desenvolver aplicações para uso pessoal, encontrando-me assim já bastante familiarizado com esta ferramenta.

2.4 Perturbações do Desenvolvimento

As perturbações do desenvolvimento estão presentes desde cedo nas crianças afetadas por estas patologias. Quando não tratadas corretamente podem vir a deixar algumas marcas no futuro das crianças.

Existem várias teorias sobre as origens destas perturbações, as linhas de pensamento mais aceites, no entanto bastante debatidas, diferem no sentido em que a causa da perturba-

ção advém da genética, ou seja, a criança já desde nascença que está predestinada a ter esta condição. Enquanto a outra teoria reflete se a causa desta divergência é provocada pelo ambiente social em que a criança está inserida, se esta está sobre constante *stress* ou se sofre de pressão social, fazendo com que mude os seus traços psicológicos e não possibilite um avanço normal das capacidades psicológicas. Sendo que nesta tese ir-se-ão abordar em específico as perturbações do desenvolvimento intelectual e as perturbações da linguagem.

2.4.1 Perturbações do Desenvolvimento Intelectual

O défice Intelectual (perturbação do desenvolvimento intelectual) é uma perturbação que se inicia durante o período de desenvolvimento da criança, tanto a nível intelectual com funcional, provocando défices nas funções intelectuais, como o raciocínio, resolução de problemas, julgamentos e aprendizagem, tanto académica como através de experiências. Esta patologia, quando não devidamente acompanhada continuamente por um profissional, limita o quotidiano da pessoa, no sentido em que lhe dificulta, ou impossibilita em casos extremos, a capacidade de comunicar com outros indivíduos, complica também a integração social e não permite uma vida independente, em diversos contextos (por exemplo na escola, em casa, no trabalho e até mesmo em comunidade) [38].

2.4.2 Perturbações da Linguagem

As perturbações da Linguagem envolvem a dificuldade de aquisição e processamento da linguagem oral, escrita e até mesmo outros tipos de linguagem (por exemplo gestual) devido a défices na compreensão e consequentemente expressão. Aparecendo também numa fase inicial do desenvolvimento da criança, estas perturbações têm uma elevada probabilidade de perdurar durante o decorrer da vida da pessoa afetada pela perturbação, podendo os seus sintomas mudar com o crescimento da criança [39]. Esta perturbação pode traduzir-se nas pessoas de várias formas, entre as quais:

- capacidade linguística significativamente inferior ao esperado para a idade da pessoa
- insucesso académico ou laboral, devido aos défices cognitivos apresentados
- difícil integração social resultantes de ambos os pontos anteriores

2.5 Terapias

De forma a conseguir prevenir a progressão destas patologias existem várias estratégias de intervenção entre as quais trabalho preventivo pré-natal, monitorização regular do desenvol-

vimento da criança em situação de risco, programas de assistência a pais em que os seus filhos sofram destas perturbações, criação de grupos de pais e um dos mais essenciais, em estudo neste subcapítulo, acompanhamento profissional (terapeuta) da criança [40]. Ao longo dos anos têm-se vindo a estudar quais os melhores métodos de terapia passíveis de aplicar, sobretudo em crianças (visto que é uma altura crucial do desenvolvimento do ser humano), sendo apresentados de seguida, dividido em métodos tradicionais (já utilizados há algum tempo, com pouca componente lúdica) e métodos tecnológicos (terapias que recorrem a interfaces tecnológicas para auxiliar o desenvolvimento e tratamento da criança).

2.5.1 Métodos Tradicionais

Através de um contacto mais próximo com o DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil foi possível saber quais as metodologias mais convencionais e outras relativamente mais usadas no sentido de abordar as perturbações mencionadas na secção anterior.

O que todos estes diferentes métodos têm em comum é o fator repetição, isto é, quando se nota que a criança tem mais fragilidades sobre um certo tema (locativos, adjetivos, objetos, etc.) o objetivo dos terapeutas é dar um especial foco nesse mesmo tema de forma que a criança progrida e deixe de cometer o mesmo erro. A ideia será que a criança comece lentamente a assimilar que errou e subconscientemente seja levada a ter mais atenção quando está a abordar um dos temas que o terapeuta nota mais fragilidades.

- **Terapia Auxiliada por Cartões**

Assim como o nome indica, esta terapia consiste em mostrar vários cartões à criança associados a uma frase, predefinida pelo terapeuta (na Figura 2.12 encontra-se representado um exemplo desta ferramenta), e esta tem que escolher o cartão correto, sempre que acerta ou falha o terapeuta faz o registo manual das respostas. Existe para este método uma grande base de tópicos, todos estes sempre associados a uma certa patologia.



Figura 2.12. Ferramenta *Phrase FLiPS* da *Super Duper* [41]

Nas perturbações estudadas nesta dissertação, este é um dos métodos mais utilizados pelos terapeutas, que após uma cuidada análise para detetar quais as fragilidades do paciente vai insistindo na categoria a aprender ou melhorar (dependendo da gravidade).

- ***PowerPoint***

Neste método a ideia por trás é basicamente igual ao da terapia auxiliada por cartões. A única diferença é que a maneira como é feita a disposição das imagens, em vez de ser feita sobre uma mesa é feita num tablet ou computador, tornando-se assim uma maneira mais apelativa para a criança ver as suas diferentes perguntas e respostas. No caso do DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil, são os próprios terapeutas que produzem os seus *PowerPoints* (mais uma vez baseando-se nos temas que reparam ser os mais importantes para os seus pacientes) e vão aplicando-os durante as suas sessões, tirando no final as devidas relações sobre as repostas dadas pelas crianças.

2.5.2 *Métodos Tecnológicos*

Nesta secção irão ser abordados os métodos de terapia alternativos existentes para tratar as perturbações do desenvolvimento, desenvolvidos sob a forma de jogo digital.

- **Léxico Compreender**

Desenvolvido pelo programador *Pappy GmbH*, o Léxico Compreender, Figura 2.13, tem como objetivo o auxílio do desenvolvimento da compreensão da linguagem, construção de vocabulário, memória e habilidades auditivas. Tendo sido o mesmo desenvolvido e testado por terapeutas qualificados na área.



Figura 2.13. Logótipo Lexico [42]

Na Figura 2.14 encontram-se apresentados alguns exemplos do jogo em questão, sendo que a primeira *frame* corresponde ao menu principal de jogo, em que o utilizador pode escolher entre um leque de seis categorias, estando apenas disponível uma delas na versão gratuita do jogo (sendo que para desbloquear todas as categorias é necessário fazer a compra integrada do jogo, no valor de 19.99 €, através da App Store), na *frame* do meio e na terceira *frame* são apresentadas duas subcategorias diferentes, dentro da mesma categoria principal (posição), a primeira “maior, menor, mais largo” e a segunda “3 objetos”.

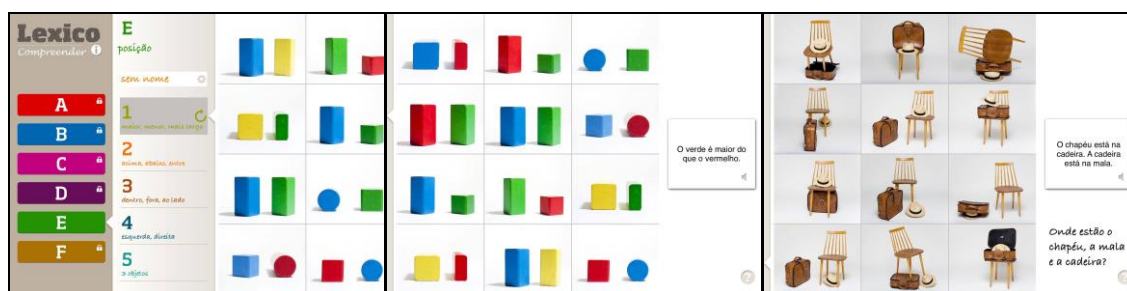


Figura 2.14. Exemplos da interface da aplicação Léxico, já no jogo

O funcionamento deste jogo tem um mecanismo simples em que o utilizador pode escolher a categoria em que quer jogar e de seguida entra na *frame* do jogo em que é reproduzida uma mensagem áudio que contém a instrução sobre a imagem correta, e o utilizador tem de arrastar essa frase (com a mensagem de voz) para a imagem correta. A única plataforma disponível para esta aplicação é IOS, mais especificamente para *tablets* apenas, tornando-se assim numa enorme desvantagem para esta aplicação.

Tendo sido feita a devida pesquisa sobre os temas mais importantes ao desenvolver um jogo sério, que passa por analisar as patologias que o jogo tenta combater, demonstrando que as crianças afetadas pelas mesmas são suscetíveis a demonstrar rapidamente desinteresse nas terapias efetuadas. Assim como as próprias terapias existentes serem escassas, tanto em quantidade (passando por elaboração de fichas de estudo ou jogos por cartões) como em qualidade (visto as que envolvem ambientes tecnológicos não vão de encontro com os requisitos dos terapeutas). Ao estudar a prática de desenvolver jogos sérios chegou-se à conclusão que de facto existe uma possibilidade para o fazer nas melhores condições, de forma a tratar as

terapias estudadas na presente secção. Assim sendo, na próxima secção será exposto o conceito proposto para responder à necessidade que é a falta de uma ferramenta tecnológica específica para combater perturbações do desenvolvimento.



Falar Pelos Cotovelos

Como mencionado, atualmente existe uma grande falta de ferramentas específicas para o tratamento das perturbações de desenvolvimento em estudo. Assim sendo neste capítulo será apresentado o conceito para combater essa necessidade - “Falar Pelos Cotovelos” será usado para auxiliar os terapeutas no combate às perturbações em crianças em nível de aprendizagem pré-escolar.

3.1 *Requisitos do jogo*

Para esta fase da construção do jogo foi necessária, e até vital, a ajuda dos terapeutas do centro Diferenças, porque sem o conhecimento delas sobre as corretas terapias e métodos de aprendizagem não seria tão eficaz esta ferramenta. Então, ficou estabelecido que o jogo teria de respeitar os seguintes termos:

Simplicidade: Visto que o jogo irá incidir, sobretudo, em casos de autismo este não poderá ser demasiado distrativo, porque retira a atenção das crianças do foco principal do jogo (foi testado com um *layout* mais robusto, e a resposta das crianças foi desatenção), que será o de aprendizagem.

Diversidade: De forma a não criar comportamentos repetitivos nos utilizadores, é necessário fazer os níveis de modo a que o utilizador não responda a nenhuma questão por já se ter habituado anteriormente. Isto será conseguido fazendo todos os jogos diferentes consoante a utilização.

Atratividade: Essencial, não só para crianças afetadas com estas patologias mas para qualquer jogador, uma pessoa jogará com mais entusiasmo um jogo que a cativa do que um que se aparente aborrecido e monótono. Assim sendo, as várias categorias de jogo serão todas diferentes uma das outras e o jogo incorporará minijogos para motivar o seu utilizador. Também

as crianças serão incentivadas através de estímulos (negativos e positivos, consoante a resposta dada pelo utilizador) com o intuito de provocar uma reação por parte do jogador, componente que será analisada em maior detalhe no seguinte capítulo.

Coleção de informação: Com o intuito de saber se o jogador, de facto, progrediu ou não, é fundamental ter esta componente à disposição, até para poder de alguma forma saber como ajustar a aplicação consoante diferentes respostas que os utilizadores escolhem.

Já de um ponto de vista tecnológico procura-se desenvolver uma ferramenta que abranja o maior número de plataformas possíveis e de modo a que a instalação da mesma seja simples e rápida. Para o fazer será necessário um *Game Engine* que tenha essa capacidade, aglomerando também as capacidades de ter uma curva de aprendizagem rápida, disponível para vários sistemas operativos, uma extensa comunidade que auxilia os seus utilizadores assim como a capacidade de ter uma boa relação entre qualidade e preço.

3.2 Descrição da ferramenta

Com base nos requisitos abordados na secção anterior o jogo (uma vez instalado num dispositivo telemóvel, tablet ou computador, para os sistemas operativos apontados no estado da arte) poderá suportar a utilização de vários utilizadores, num mesmo dispositivo, guardando o progresso do mesmo à medida que este progride e enviando a informação de jogo no final de uma sessão de uso para um *email* de gestão de jogo (entenda-se por sessão de uso, a terapia feita junto dos profissionais ou até mesmo um momento em que a criança joga em casa).

A utilização da ferramenta deverá ser feita de uma forma simples e autónoma necessitando, no entanto, de numa fase inicial ser acompanhado por um terapeuta, de forma a conseguir inculcar na criança o mecanismo de funcionamento do jogo, visto que o público alvo desta ferramenta serão crianças com perturbações a nível do desenvolvimento com nível de aprendizagem pré-escolar.

3.2.1 Modelo do Sistema

Todas as operações que se pretendem executar podem-se dizer processos, assim sendo pode-se elaborar um modelo representativo deste sistema (Figura 3.1).

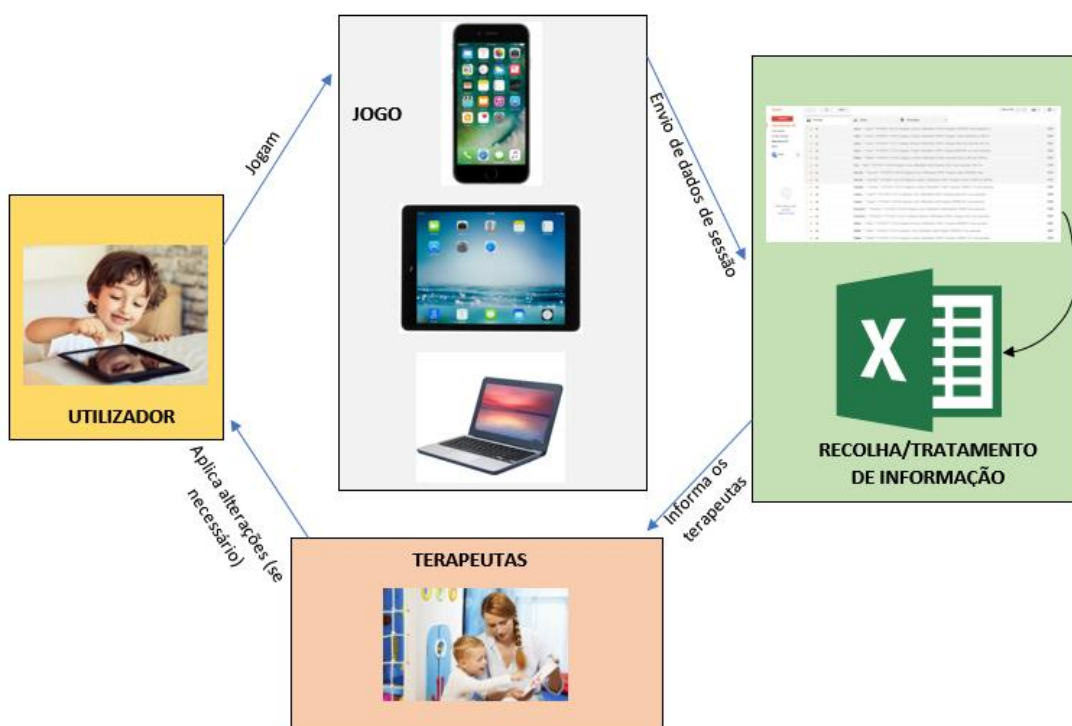


Figura 3.1. Sistema geral relativo ao funcionamento da ferramenta

Como se pode ver pela Figura 3.1 o sistema de funcionamento do jogo estará dividido nestes quatro aspetos fundamentais, todos eles relacionados entre si. Primeiramente temos o jogador, ou seja, a criança de nível de aprendizagem pré-escolar com perturbação, que numa fase inicial irá utilizar o jogo numa sessão (poderá usá-lo em diversas plataformas, entre as quais telemóvel, tablets e até mesmo computadores, nos mais diversos sistemas operativos). Por sua vez o jogo irá armazenar os dados de utilização assim como o progresso do jogador, até este terminar a sessão de jogo. De seguida será feito o envio e tratamento dessa mesma informação através de uma conta de gestão de jogo e tratamento de dados via Excel. Essa informação será então disponibilizada aos terapeutas atribuídos às crianças, que analisarão a informação de jogo recolhida e com base na mesma concluir sobre o progresso, ou não, do utilizador e de que forma este poderá ser estimulado, pedagogicamente, de forma a poder melhorar o seu desempenho.

3.2.2 Organização do jogo

Tendo em mente que o público alvo deste jogo tem mais dificuldade em entender e interiorizar certos conceitos do que crianças sem estas perturbações, que podem assimilar junto dos seus familiares ou até mesmo através do contacto com outras crianças, o jogo terá como objetivo abordar temas específicos e proporcionar a sua assimilação.

Num trabalho conjunto com o centro Diferenças definiram-se os conceitos, ou categorias, base que deveriam ser desenvolvidas e que incluíram:

Cores: reconhecer e expressar as diversas cores, associando as tonalidades à respetiva cor (em termos de palavra).

Numeração: associar os números com o respetivo som, dada a faixa etária das crianças os números que serão ensinados irão até dez.

Locativos: aprender quais as posições dos objetos relativamente a outros, isto é, “o copo está em cima de...”.

Funcionalidades: ensinar o que fazem determinados objetos, ensinar a distinguir e categorizar os mesmos.

Uma vez descritas as categorias e a razão da sua inclusão, criou-se um modelo de relacionamento entre as várias componentes do jogo. A Figura 3.2 apresenta de forma simplista esse modelo com o intuito de permitir entender melhor cada membro constituinte do jogo, qual o papel que este desempenha e de que forma este influencia ou é influenciado pelos outros componentes.

Um dos componentes fundamentais é o “registo do jogador”. O jogador terá que se registar ou fazer o *login*, no caso do jogador ainda não se encontrar ou já estiver inscrito no dispositivo móvel, respetivamente. Feito o registo ou o *login*, todo o progresso efetuado durante o jogo ficará associado a esse mesmo utilizador. De seguida, temos o componente “menu” que apresenta as possibilidades ilustradas na Figura 3.2 nomeadamente “jogar; resultados; informações; sair”. No componente “menu”, o utilizador ao selecionar “jogar” será então conduzido à componente “categorias” que permite escolher a categoria que irá treinar (uma de entre as quatro anteriormente mencionadas).

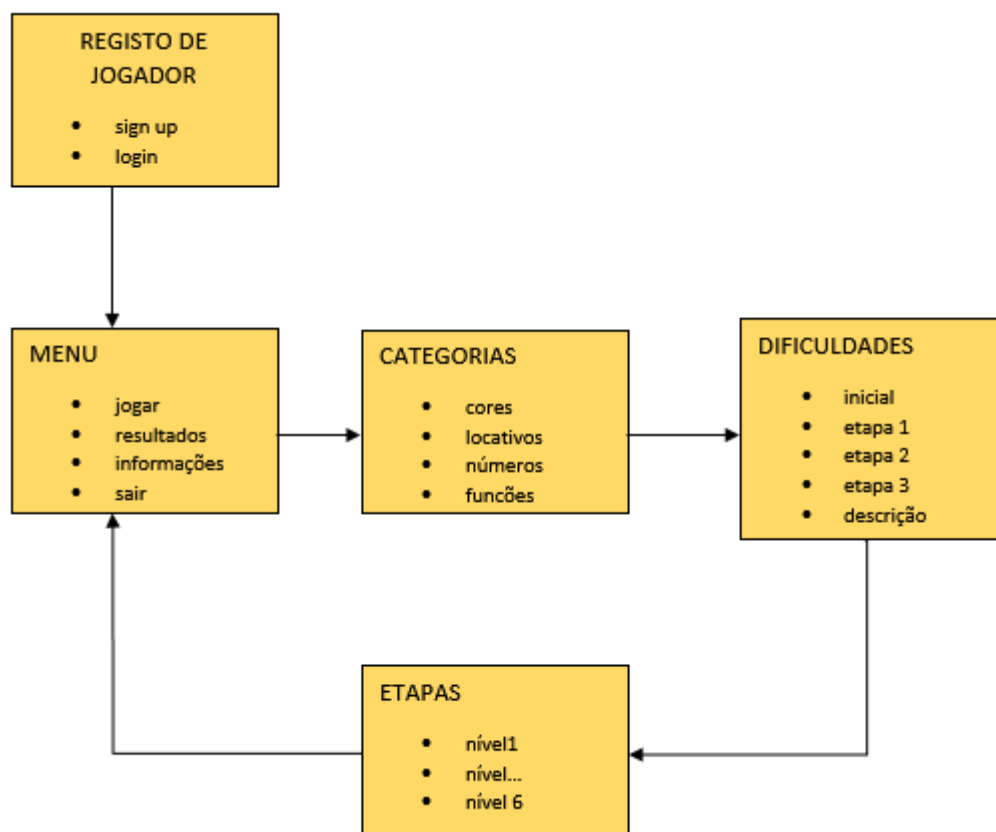


Figura 3.2. Modelo de relacionamento das várias componentes do jogo

Consoante as suas capacidades o jogador poderá então escolher qual a dificuldade da etapa, e daí será levado ao jogo propriamente dito, tendo de passar por vários níveis e no final, consoante o seu desempenho, terá um bónus (esta parte será debatida no próximo capítulo). Ao terminar o jogo, volta ao menu inicial de forma a repetir o processo ou a sair do jogo, se assim o entender.

De forma a compreender melhor como o utilizador irá interagir com a ferramenta, assim como o gestor de jogo (incumbido do próprio jogo), na Figura 3.3, é apresentado um diagrama de casos de uso.

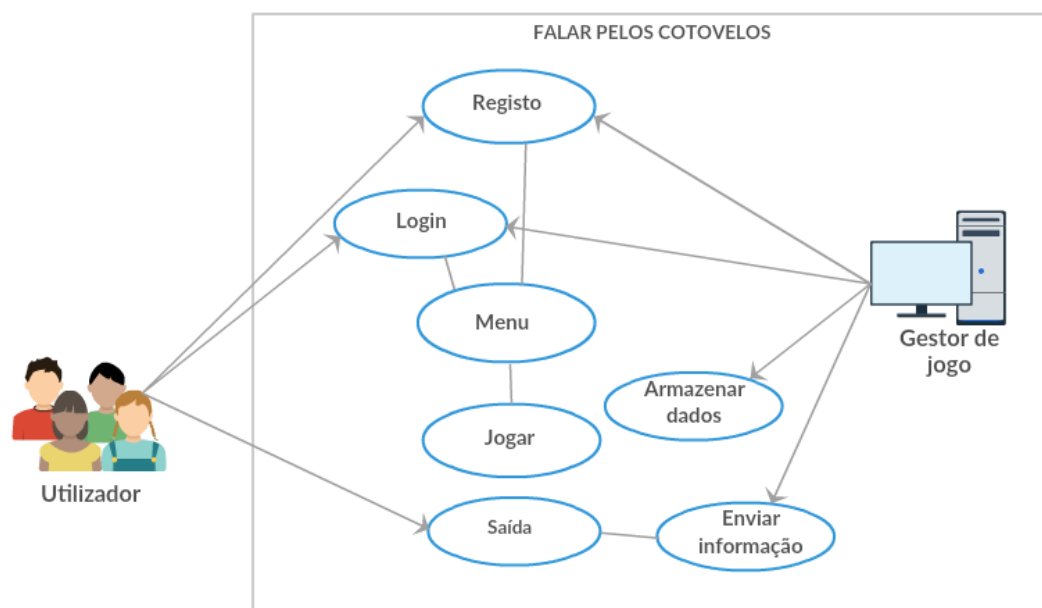


Figura 3.3. Diagrama de casos de uso para o utilizador e o gestor de jogo

De acordo com o diagrama apresentado, o utilizador entrará primeiramente em contacto direto com o jogo ao registar-se (no caso de ainda não existir no dispositivo) ou, se possuir uma conta, poderá aceder ao seu perfil, forçando o gestor de jogo a reunir todo o progresso que o jogador havia feito até à última sessão. A partir daí o jogador será levado ao “menu” onde poderá começar a jogar, processo explicado mais à frente. Entretanto o gestor de jogo irá gravando, em paralelo, a progressão do jogador e quando este der ordem de saída, a informação essencial de sessão será automaticamente enviada para ser posteriormente tratada.

3.2.3 Estruturação das etapas e níveis

A estrutura de etapas e níveis, presentes no jogo, será então feita consoante as categorias que existirão, visto que categorias diferentes darão origem a etapas e ambientes de jogo diferentes. De uma forma geral a divisão das etapas e níveis será feita da forma que se apresenta na Figura 3.4, ou seja, o menu irá levar às categorias, como anteriormente referido, e daí o utilizador poderá escolher várias etapas consoante o seu desempenho anterior (se naquele momento de jogo já se encontra apto para jogar as categorias mais difíceis). A partir desse momento o jogador irá ter acesso à área de jogo propriamente dita, onde cada etapa de cada categoria será composta por vários níveis, em que cada nível será um caso aleatório, gerando então uma experiência de jogo sempre diferente, para que o utilizador nunca jogue duas etapas iguais.

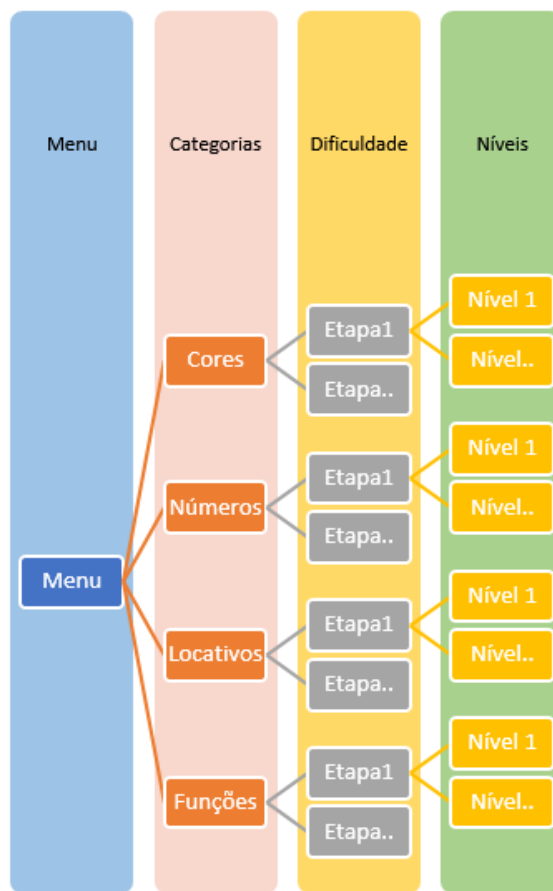


Figura 3.4. Esquema de divisão do jogo em etapas e níveis

O objetivo de ter várias etapas constituintes de um nível será o de aumentar progressivamente a dificuldade das etapas que a criança vai jogando, obrigando a que o jogador tenha os seus conhecimentos devidamente consolidados nas etapas mais fáceis, para garantir que esteja melhor preparado ao jogar as mais difíceis. Esta parte da permissão será feita através de um mecanismo de bloqueio de etapa, que assegura que o utilizador tem apenas acesso às etapas mais difíceis após ter completado as etapas mais fáceis (dentro de cada categoria). Um esboço deste mecanismo é apresentado na Figura 3.5.

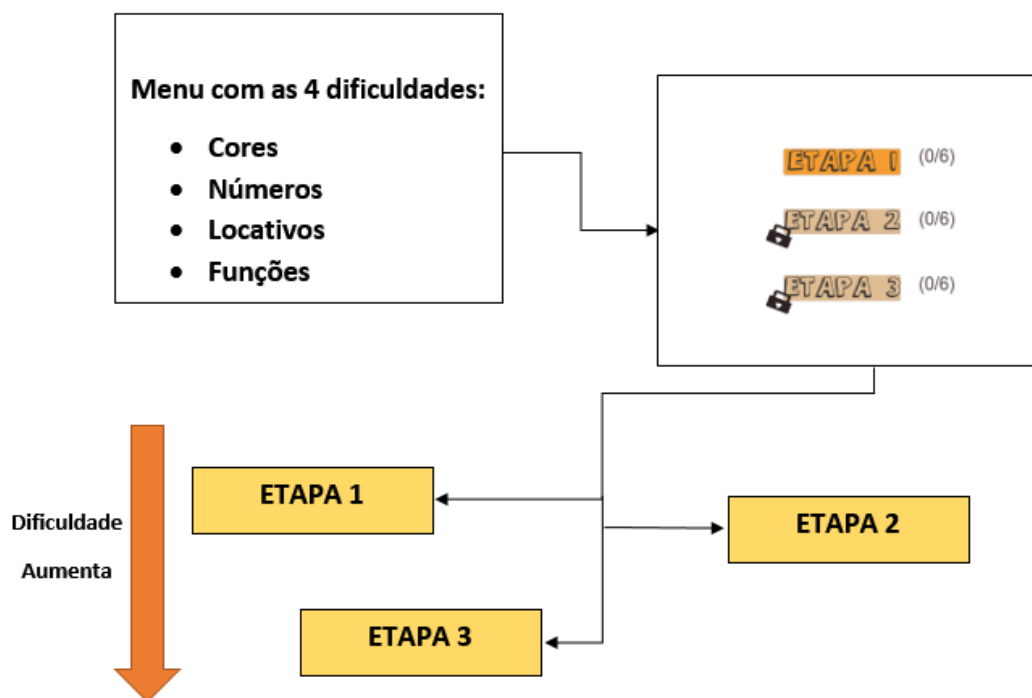


Figura 3.5. Diagrama ilustrativo da escolha de etapas

Como se pode ver pelo processo ilustrado na Figura 3.5, cada tema apresentará no mínimo três etapas, sendo que para aceder às mais avançadas o jogador terá de passar as anteriores, como já foi mencionado. De referir que o diagrama apresentado é apenas um esboço do *layout* da interface de escolha de dificuldades. Será necessário desenvolver um algoritmo que se certifique que o jogador não poderá ter acesso às etapas mais avançadas, sem ter completado as que a estas antecedem. O processo de evolução e passagem de uma etapa funcionará da forma ilustrada na Figura 3.6.

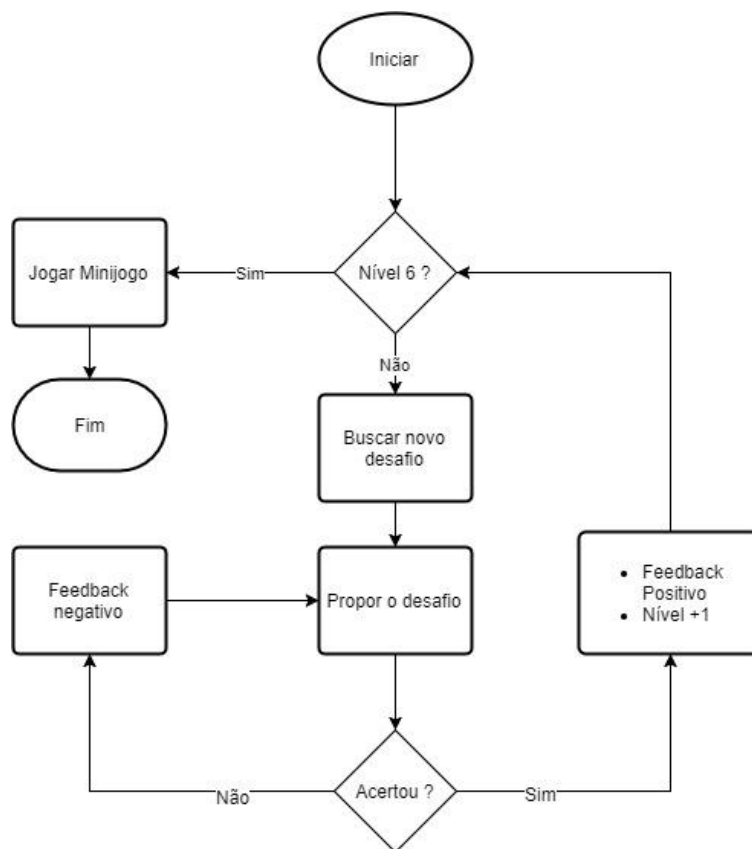


Figura 3.6. Funcionamento de uma etapa

Como se pode notar o processo vai decorrendo dependente da passagem ou não de um nível, que começa com um desafio, ou tarefa sempre diferente do anterior. Se falhar o jogador recebe um estímulo negativo. Ao acertar o utilizador irá ser estimulado positivamente e passará ao nível seguinte, onde se verificará se já chegou ao final da etapa. No caso de ter recebido um *feedback* negativo terá de repetir o processo descrito anteriormente. Em ambos os casos será sempre registado o nível de forma a recolher toda a informação necessária para os terapeutas. No caso de ter chegado ao final este terá acesso a um minijogo (a ser descrito em detalhe no próximo capítulo) e chegará ao fim do processo da etapa. É de ter em atenção que em todos os níveis de aprendizagem a tarefa proposta ao jogador será sempre efetuada com auxílio auditivo (o qual coloca a questão ao utilizador) e sempre que for necessário este poderá repetir a instrução, utilizando um botão semelhante a uma coluna de som para o fazer. O próprio jogador poderá ainda controlar o seu progresso dentro do jogo (apresentado de forma visual no ecrã). Cada etapa será composta por seis níveis, ou seja, seis tarefas diferentes. No caso de querer sair do nível porque se equivocou a escolher a dificuldade, a categoria, ou até mesmo por distração, o jogador terá a possibilidade a qualquer altura de abandonar o nível, voltando para o menu inicial.

Tendo sido definidas as patologias que concretamente se pretendem abordar e quais os métodos para as atenuar, o trabalho realizado em conjunto com os terapeutas do *centro Diferenças* permitiu definir o conceito da ferramenta terapêutica. Na secção seguinte será apresentada a implementação do conceito desenvolvido.

4

Validação

Nesta secção descrevem-se os meios utilizados de forma a por em prática o conceito proposto no capítulo 3, sendo agora apresentadas as escolhas tomadas para iniciar o processo de desenvolvimento de jogo, os vários ambientes a que o utilizador estará sujeito, o tratamento da informação do jogador dentro do próprio jogo, assim como para fora deste (para a recolha de dados terapêuticos) e quais os algoritmos e métodos utilizados para realizar todas estas tarefas.

4.1 Ferramenta adotada

De forma a poder desenvolver o ambiente gráfico do jogo assim como as interações homem-máquina a escolha do motor de jogo para a construção da aplicação recaiu sobre o Unity3D. Foi adotada esta ferramenta visto que reúne todos os aspetos mencionados como necessários no capítulo anterior, e também pelo facto de ter sido previamente utilizado, para o desenvolvimento de outros projetos, no âmbito de uma unidade curricular frequentada.

Em termos técnicos esta ferramenta possui ainda um sistema de modelação gráfica (ambiente onde é criada a parte visual do jogo) bastante simples, semelhante a *drag and drop*, e adaptativo, apresentado na Figura 4.1, permitindo até a integração de elementos, como novas figuras e objetos de jogo de outros utilizadores. Como se pode ver pela figura o *software* fornece ao utilizador um vasto leque de ferramentas para a construção do jogo, no entanto de relativamente simples aprendizagem e utilização.

É neste ambiente que se criam as *scenes* (cenas), que tal como o nome indica serão apresentadas como cenário ao futuro utilizador, nelas será desenrolado todo o processo de progressão do jogo. Existe também a possibilidade de criar e testar em tempo real as alterações que vão sendo feitas (como é possível ver nas telas da esquerda da Figura 4.1) podendo ser efetuadas no mesmo ambiente (janela da direita da Figura 4.1) ou através de código.

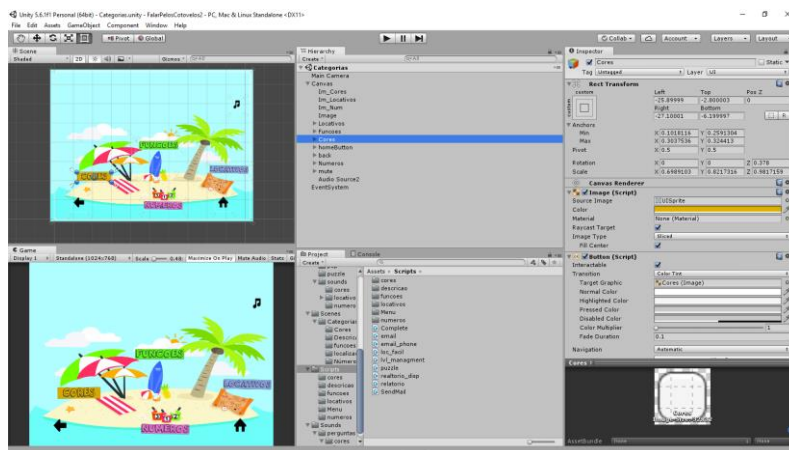


Figura 4.1. Ambiente de desenvolvimento gráfico em Unity3D

Esta programação é feita em *MonoDevelop* (*scripting engine* que permite programar as ações que se quer que o jogo execute, Figura 4.2), integrado no Unity3D. O *MonoDevelop* permite a programação e compilação em JavaScript e C# (linguagens de programação com extensa biblioteca de informação à disposição e abordadas na faculdade durante o curso).

O utilizador tem também a possibilidade de integrar, no Unity3D, outra *framework* de *scripting* à sua escolha, de forma a poder programar num ambiente que se torne mais familiar a si.

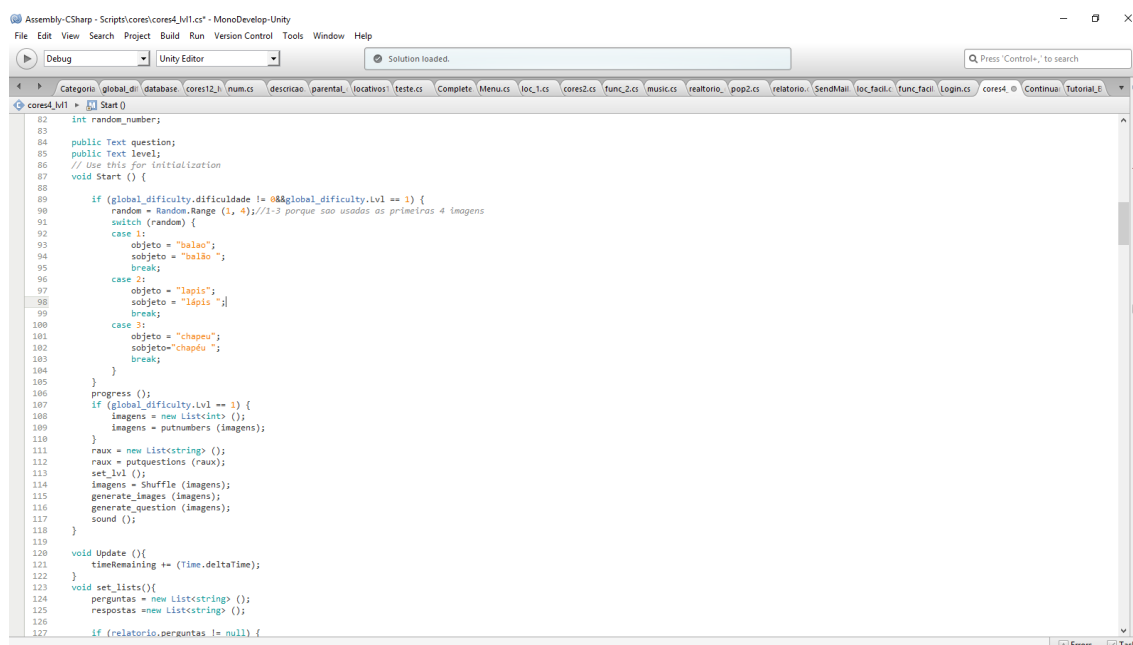


Figura 4.2. Exemplo de código em MonoDevelop

4.2 Processamento e envio dos dados

Começar-se-á então por explicar uma das partes mais importantes do jogo, o processo que vai desde o *login* ou registo dos jogadores, até ao envio da informação da prestação em jogo do jogador para ser entregue aos terapeutas.

Todo este processo terá início assim que o jogador inicia a aplicação, sendo que se depara com a possibilidade de criar um novo jogador (ou então entrar na sua sessão, já presente no dispositivo, exemplos na Figura 4.3.

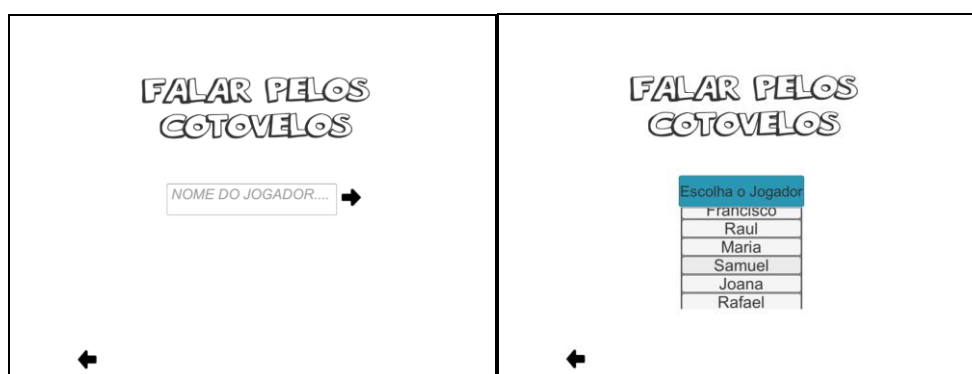


Figura 4.3. Ecrã de registo e de Login, respetivamente

Após feito o registo o jogo apenas fica com o nome do jogador enquanto sua informação inicial, que servirá para identificar o próprio utilizador tanto no dispositivo (necessário dado que na fase inicial as várias crianças jogarão no centro primeiramente) como na informação recolhida através do jogo para elaboração de um relatório de progresso.

A gestão do jogador é feita através de um conjunto de algoritmos desenvolvidos que têm por base a verificação de jogadores existentes no dispositivo. Visto que não se tinha acesso a base de dados, desenvolveu-se então um método de armazenamento de ficheiros locais.

Este tem por base a gravação de um ficheiro ".csv" que contem informação do jogador. Se até ao momento não existir qualquer jogador no dispositivo, o programa trata de criar um novo ficheiro (denominado "Player_data"). No caso de já existir um jogador, no entanto, diferente do que se quer criar o programa abre então o ficheiro e cria um novo jogador no mesmo ficheiro. Por último, no caso de o jogador tentar criar um utilizador que já existe, o programa automaticamente nega-lhe essa possibilidade explicando que já existe um registo naquele nome.

Os campos do ficheiro "Player_data" serão preenchidos com as variáveis de jogo destinadas aos dados do utilizador dentro do jogo, e são sempre que o jogador sair do próprio jogo, criando um género de *auto-save*.

Se o jogador quiser fazer *login*, o programa abrirá então o ficheiro destinado aos dados do jogador e carregará os mesmos para as variáveis destinadas no jogo, o processo inverso ao de gravação de jogo, dispondo as mesmas sobre a forma de *scrollbar* de forma ao jogador poder escolher o seu utilizador.

Para fazer o armazenamento de informação do jogador foram importantes os seguintes dados apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Informação retirada do utilizador para uso dentro de jogo

Dados	Categoria-Etapa
player_name	Armazena o nome do jogador
cores_lvl1, cores_lvl2, cores_lvl3	Armazenam os progressos obtidos nas diversas etapas das cores
locativos_lvl1, locativos_lvl2, locativos_lvl3	Armazenam os progressos obtidos nas diversas etapas dos locativos
numeros_lvl1, numeros_lvl2, numeros_lvl3	Armazenam os progressos obtidos nas diversas etapas dos números
funcoes_lvl1, funcoes_lvl2, funcoes_lvl3	Armazenam os progressos obtidos nas diversas etapas das funções

Como se pode ver pela informação prestada na tabela acima, é apenas necessário gravar o nome do jogador (para o poder identificar), assim como o estado de progressão das diferentes etapas. Por exemplo, se o jogador ao sair apenas completar a primeira etapa de uma categoria, faltará ainda jogar as outras etapas de forma a desbloquear os restantes níveis, semelhante ao cenário proposto na Figura 4.4, onde as etapas desbloqueadas se encontram disponíveis (coloridas com um laranja vivo) ao passo que as etapas por desbloquear, se encontram proibidas (através de um cadeado e de uma cor de botão mais acinzentada).

Desta forma, procura-se apelar ao espírito de autossuperação do jogador para ir desbloqueando novos níveis, ao invés de os ter todos desbloqueados logo à partida.

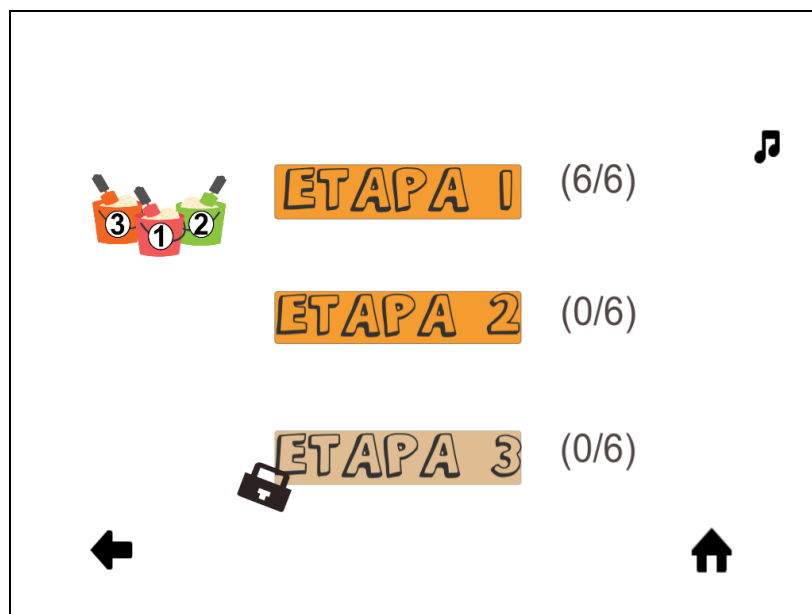


Figura 4.4. Exemplo da gravação de progresso do jogador

Já para fazer a recolha de informação necessária para se elaborar um relatório de progresso, recorreu-se a outros dados. Numa primeira fase teve de ser discutido com os terapeutas do *centro Diferenças* quais os aspetos chave a retirar da relação da criança com o jogo, quer ela acerte na pergunta ou falhe. Após algumas reuniões chegou-se ao consenso que a informação a retirar seria a que se apresenta na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Informação enviada

<i>Dados</i>	<i>Informação</i>
Data e hora	Quando é que o jogador deu início à etapa
Nome do Jogador	Armazena o nome do utilizador
Informação do nível	Informação completa do nível, incluindo o próprio nível, categoria e etapa
Pergunta	Qual a pergunta que foi colocada ao jogador
Resposta	Qual foi a resposta que o jogador deu
Tempo de Reação	Quanto tempo demorou o jogador a responder

À semelhança dos dados anteriores aqui também é necessário saber o nome do jogador de forma a poder distinguir os vários utilizadores do dispositivo, de seguida é necessário saber toda a informação do nível que a criança jogou (de forma a saber qual é a categoria em que a

criança apresentou ou não dificuldades e em que grau de complexidade). É necessário também saber qual a pergunta (ou tarefa) que foi colocada à criança assim como a resposta que esta deu à mesma. E por fim é guardado o tempo que o jogador demorou, desde que a tarefa foi proposta, até ter sido respondida, de forma a saber se esta apresenta algum tipo de hesitações na tal categoria. Segundo os terapeutas, ao demorar um tempo acima do expectável pode indicar dúvidas no momento de resposta, como se pode averiguar na Tabela 4.3, em que o jogador demonstra uma discrepância elevada nos tempos de resposta das primeiras três perguntas.

Toda esta informação vai sendo recolhida e armazenada num conjunto de tabelas auxiliares do jogo à medida que a criança vai jogando os vários níveis, para ter uma avaliação contínua e com mais informação, que no final da etapa irá fazer a aglomeração estruturada de informação, agrupando por categoria e etapa. Essa informação é então gravada num ficheiro temporário “.csv”. Já em termos de envio de dados, este pode ser feito manualmente através de uma definição existente no menu inicial (“Resultados”) ou automaticamente quando o jogador decide abandonar o jogo enviando o ficheiro “.csv” para uma conta de email de gestão de jogo (na Figura 4.5 estão dispostos alguns envios feitos já por crianças a usufruir da ferramenta). O envio de *email* foi inteiramente desenvolvido de raiz, usando um plugin da google que permite ao Unity3D fazer remotamente um acesso a uma conta de “gmail”, quando no algoritmo é especificada a conta, a palavra passe e nome do jogador como *subject*, entre outras informações.

<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - " "Joana" " 07/19/2017 18:01:46 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: A FRENTE O que respondeu: A	18:07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - " "Joana" " 07/19/2017 17:59:27 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o QUEIJO ao LADO do	18:00
<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - " "Joana" " 07/19/2017 17:57:17 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: UM O que respondeu: DEZ Em	17:57
<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - " "Joana" " 07/19/2017 17:51:02 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: BRINCAR—p2 O que respondeu:	17:55
<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - " "Rafael" " 07/18/2017 17:16:00 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a VELA em CIMA da	18/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Ines - " "Ines" " 07/17/2017 17:58:29 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: AZUL O que respondeu: AZUL Em	17/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - " "Goncalo" " 07/15/2017 12:59:19 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis CASTANHO O que	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - " "Goncalo" " 07/15/2017 12:57:40 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o LIVRO em CIMA da	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - " "Goncalo" " 07/15/2017 12:55:36 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: COMER—f1 O que respondeu:	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Leonor - " "Leonor" " 07/15/2017 12:51:12 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis AZUL O que respondeu:	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Leonor - " "Leonor" " 07/15/2017 12:50:05 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERMELHO O que respondeu:	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - " "Francisco" " 07/15/2017 12:46:38 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERDE O que respondeu:	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - " "Francisco" " 07/15/2017 12:45:27 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: SEIS O que respondeu:	15/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Arthur - " "Arthur" " 07/14/2017 16:19:26 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: AMARELO O que respondeu:	14/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Arthur - " "Arthur" " 07/14/2017 16:18:17 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: AMARELO O que respondeu:	14/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - " "Rafael" " 07/14/2017 11:01:34 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: COMER—f11 O que respondeu:	14/07
<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - " "Rafael" " 07/14/2017 10:59:12 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: VESTIR—a3 O que respondeu:	14/07

Figura 4.5. Exemplo do menu da conta gmail relativa à recolha de dados

De seguida é feito um tratamento dos dados recolhidos das sessões, tirando nota dos fatores essenciais para posterior avaliação do progresso feito pelo jogador. Na Tabela 4.3 é dado o exemplo de uma, das várias crianças (“sujeito teste”, o nome da criança permanecerá em anonimato) que sofre das perturbações abordadas nesta dissertação, pertencente ao *centro*

Diferenças, e que já usufruiu do jogo. Nessa mesma tabela podem-se ver os dados acima mencionados, agora corretamente estruturados para posteriormente ser feita uma análise dos mesmos. De notar que o tempo de reação é contabilizado desde que o jogador começa o nível, isto é, criou-se um algoritmo para a cronometragem do tempo de resposta de jogador que começará a funcionar mal a primeira tarefa do jogador seja proposto, e irá parar assim que o jogador acertar na resposta e consequentemente passar para o próximo nível. No caso deste falhar o cronometro continuará a funcionar normalmente.

Já o recolher total da informação de nível, será feito assim que o jogador seleciona uma resposta, quer esta esteja correta quer esteja errada, como se pode ver no exemplo da Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Exemplo de dados tratados de uma criança ao jogar duas etapas

Nome Jogador	Categoria-Etapa	Nível	Pergunta/Tarefa	Resposta	Tempo de Reação(s)
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	1	Brincar	Brincar	7.654
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	2	Brincar	Beber	9.287
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	2	Brincar	Brincar	18.054
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	3	Beber	Brincar	12.688
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	3	Beber	Beber	16.288
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	4	Brincar	Brincar	5.052
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	5	Brincar	Brincar	8.319
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	6	Beber	Brincar	9.121
Sujeito Teste	Funções-Etapa 1	6	Beber	Beber	11.821
Sujeito Teste	Cores-Inicial	1	Preto	Preto	7.654
Sujeito Teste	Cores-Inicial	2	Rosa	Rosa	9.287
Sujeito Teste	Cores-Inicial	3	Azul	Azul	8.717
Sujeito Teste	Cores-Inicial	4	Laranja	Laranja	12.688
Sujeito Teste	Cores-Inicial	5	Branco	Branco	3.600
Sujeito Teste	Cores-Inicial	6	Roxo	Roxo	5.052

No caso de não ter conexão à *internet*, quando é suposto enviar os dados para o *email*, essa informação vai sendo guardada no dispositivo para quando possuir de novo internet ser enviada. Esta informação será então analisada de forma a saber se a criança apresentou algum tipo de melhoramento nas categorias em análise.

4.3 Funcionamento do Jogo

Preceder-se-á então agora ao estudo do jogo em si, exibindo o mesmo com as devidas escolhas que foram tomadas e as suas explicações. Os aspetos a analisar serão então, o menu, as diversas categorias e as etapas correspondentes (com os seus vários níveis), assim como os minijogos, sendo acompanhados pela explicação dos mesmos.

4.3.1 Menu

O menu inicial estará sempre em contacto com o utilizador, os processos de evolução do mesmo para diferentes cenas de jogo serão então explicados na Figura 4.6.

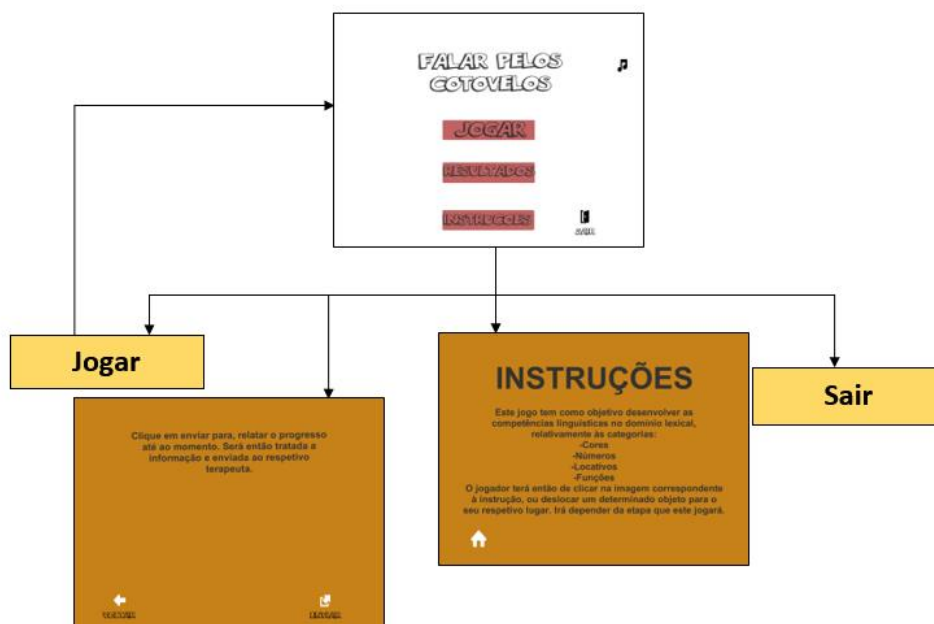


Figura 4.6. Esquema de processos no Menu

Como se pode notar, pelo esquema apresentado, é a partir do menu inicial que se farão as relações base do jogo em funcionamento de botões em formato caixa de texto, entre as quais a ação de jogar, ao clicar no botão “jogar”, que levará o utilizador ao ambiente das categorias. De seguida tem-se a possibilidade de enviar manualmente o resultado (como já havia, anteriormente, sido mencionado) clicando no botão de “Resultados”. O utilizador tem também a possibilidade de ver as instruções do jogo ao clicar em “Instruções”, será então exibido no ecrã um conjunto de instruções base para a utilização do jogo (no caso de ser necessário por parte dos pais dos jogadores ou terapeutas que ainda não estejam habituados à ferramenta) assim

como uma explicação do propósito da própria ferramenta. Tem-se ainda mais duas possibilidades que estão destacadas na Figura 4.7.



Figura 4.7. Menu Inicial do jogo

No canto superior direito assinalado a vermelho, o jogador será, ao longo do processo de jogo, acompanhado com uma música calmanete de fundo (utilizada para atrair para o dispositivo assim como para acalmar o jogador). Dentro do menu ainda, o utilizador no caso de haver necessidade de abandonar o jogo, é apresentada a possibilidade de saída do mesmo, clicando no ícone com a porta e legendado de "Sair". Antes ainda de abandonar a aplicação, o programa aciona um *script* que no caso de existir conexão à internet, são enviados os dados relativos ao jogo (da forma mencionada na secção anterior), na via de não existir ligação com a internet, um algoritmo correrá e irá tratar da gravação de um ficheiro temporário no dispositivo, para tentar de novo enviar quando este se voltar a ligar à *internet*.

4.3.2 Categorias

Assim como foi referido na explicação do menu, ao escolher jogar a criança é então guiada até à cena das categorias, cenários exemplificado na Figura 4.8, onde poderá escolher uma apenas para jogar de entre quatro diferentes.



Figura 4.8. Screenshot do menu de escolha de categorias

É de notar que o cenário das categorias é semelhante a uma praia, isto é, feito para as crianças mais uma vez conseguirem associar o jogar com algo que seja do agrado deles (o estar num ambiente semelhante a uma praia), mais uma vez a música que teve início no menu, é transportada para esta cena igualmente, assim como o som que torna de ondas a quebrarem junto à areia, de forma a tornar a experiência de jogo um pouco mais imersiva, visto que o jogo se baseia num conjunto de componentes bidimensionais que interagem entre si.

Cada categoria então está indicada com o seu próprio nome, mas ao mesmo tempo é exposta através de um objeto representativo da própria categoria, no caso das cores são vários chapéus coloridos, no caso dos locais é um mapa de tesouro, os números encontram-se representados por vários baldes, todos eles numerados e as funções contêm vários objetos com diferentes funcionalidades. Isto é feito para os jogadores, que ainda não sabem ler conseguirem associar as diferentes áreas de treino aos “objetos” que as representam. É de notar também que todas estas categorias foram escolhidas em detalhe pelas terapeutas que acompanharam o desenvolvimento do jogo, notando que estas eram um bom ponto de começo para o combate às perturbações das quais os seus pacientes são vítimas. E ainda que, apesar do seu nome não ser o mais correto (por exemplo números poderia ser numeração) tentou-se simplificar ao máximo o nome pelo qual as categorias seriam reconhecidas dentro do jogo.

De seguida explicar-se-á cada uma dessas categorias assim como os níveis que as compõem.

- **Cores**

Ao clicar no botão correspondente à categoria das cores o jogador irá então para um menu de dificuldades (correspondentes ao nível de aprendizagem da criança em questão). Com a aplicação desta categoria pede-se que o utilizador consiga fazer a distinção não só das próprias cores (numa paleta de onze cores diferentes) mas também de objetos coloridos assim como interações de pessoas com os objetos (será um exemplo uma instrução como “André vai buscar o chapéu azul”, em que a informação estará em “chapéu azul”). Sendo que na categoria das cores existem quatro dificuldades, ou etapas, diferentes. O jogador só poderá jogar as etapas mais difíceis após completar as mais fáceis (de forma a assegurar o progresso).

Ao escolher a primeira etapa (“inicial”, ilustrada na Figura 4.9) será atribuída ao jogador a tarefa de escolher das quatro cores que aparecem no ecrã (quatro quadrados coloridos, num total de onze cores) qual a que corresponde à cor que foi atribuída como pergunta. Esta mesma pergunta será exibida de forma escrita por baixo das opções assim como em formato áudio (o qual o jogador poderá repetir as vezes que forem necessárias). No caso de o jogador responder corretamente à questão, como incentivo positivo (algo que as terapeutas disseram que era vital ter) o fundo do ecrã fica da mesma cor que a cor da tarefa, e também ouve o som de aplausos e pode seguir para o próximo nível. A questão de ter como incentivo positivo a própria cor que se quer que a criança assimile foi chamada à atenção pela parte do *centro Diferenças*, porque inicialmente o jogo tinha como um incentivo positivo o fundo de ecrã ficar verde e como incentivo negativo o ecrã ficar vermelho (cores normalmente associadas a cada uma das condições). O problema seria que as crianças poderiam confundir a cor que é estabelecida como tarefa com a cor do incentivo e suscitaria confusão nas mesmas. Assim sendo decidiu-se para cada cor, tornar o ecrã dessa mesma cor no caso de acertar. Já se a criança falhar, como aviso de derrota, ela ouvirá um som de trompetas (usualmente associado a derrota) mas o ecrã não mudará de cor, para não causar confusão. E ela terá a possibilidade de tentar as vezes que quiser, sem qualquer tipo de consequência.

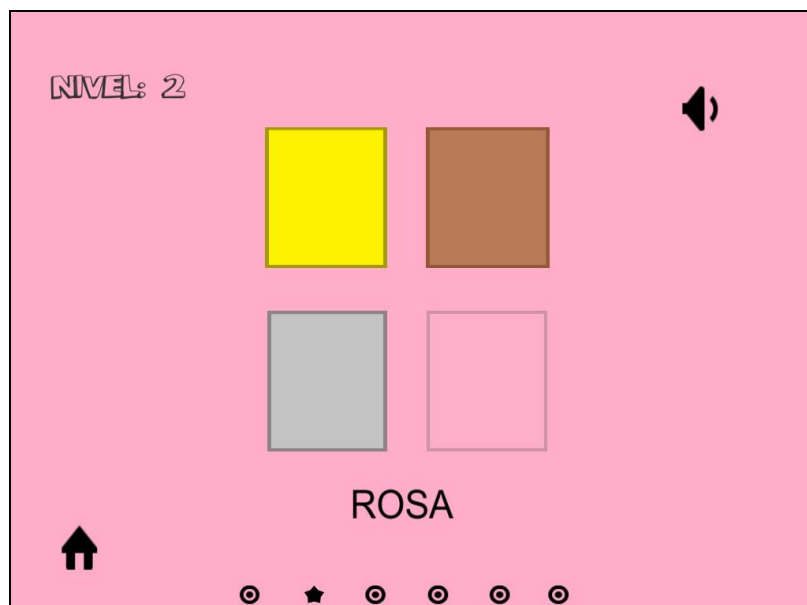


Figura 4.9. Screenshot da etapa inicial da categoria das cores

As etapas 1 e 2 (Figura 4.10) são semelhantes entre si e à etapa inicial, sendo que funcionam sobre o mesmo mecanismo de pergunta resposta, com os mesmos estímulos positivos e negativos. Na etapa 1 é pedido ao jogador que reconheça a junção entre “objeto + cor”, acrescentando mais um elemento de distração na frase em questão comparativamente à etapa inicial, e consequentemente aumentando também a dificuldade do nível. Na etapa 2 o jogador terá de escolher, de duas figuras a correta, e as questões colocadas têm como base “animal + objeto + cor” introduzindo assim mais uma componente à frase. Foi recomendado pelas terapeutas incluir apenas duas imagens de cada vez no ambiente de jogo, visto que o salto de dificuldade da etapa 1 para a etapa 2 era de tal maneira grande que se temia que com quatro figuras a etapa se tornasse demasiado difícil.

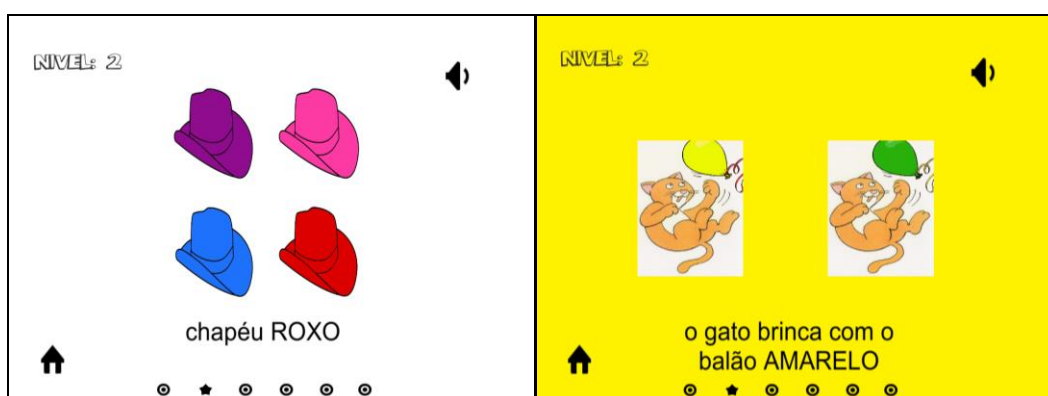


Figura 4.10. Screenshots das etapas 1 e 2 da categoria das cores, respetivamente

Sendo que as anteriores etapas treinam a compreensão frásica, a última etapa das cores diz respeito à expressão de conceito, isto é, por em prática o que foi aprendido previamente. Para a etapa em questão é recomendado que a criança a jogue na presença de um adulto, de forma a ter a certeza que esta completou corretamente o nível. Esta ideia surgiu numa reunião, após todas as outras etapas estarem concluídas, e consiste num mecanismo de treino verbal dos conceitos que tentaram ser assimilados. Para tal é pedido ao utilizador que, consoante as várias imagens que vão aparecendo no ecrã, descreva as várias figuras, gravando a sua própria voz para de seguida comparar com a resposta correta (que é fornecida clicado no botão de som no canto superior direito, ver Figura 4.11). O processo de gravação e audição da própria voz é feito através dos botões disponibilizados à direita da figura em questão, sendo que o vermelho servirá para gravar e o verde para reproduzir. No caso de ser necessário auxílio para a resposta, o utilizador (no caso de já saber ler) poderá clicar no botão com formato de ponto de interrogação de forma a apresentar a resposta escrita. Para transitar para o seguinte nível o utilizador terá de clicar na seta verde, no caso de ter acertado, e na seta vermelha no caso de ter falhado.

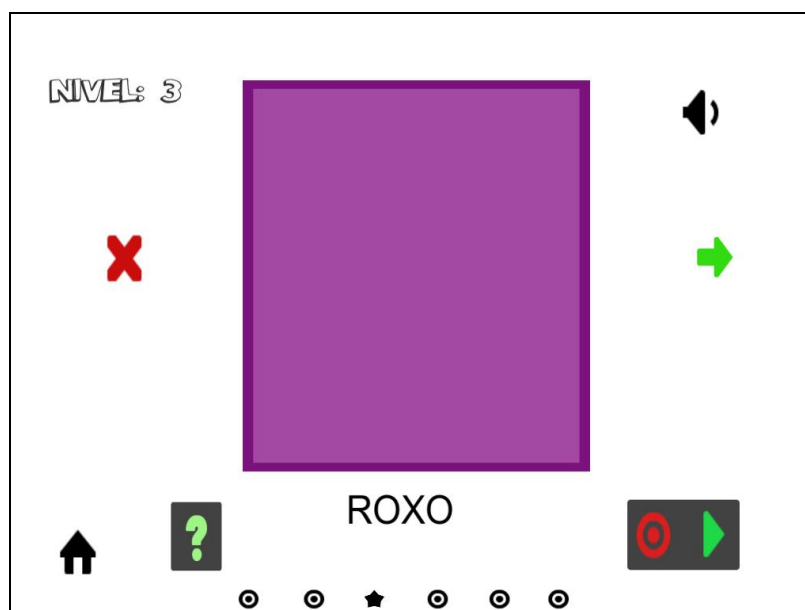


Figura 4.11. Screenshot da etapa 3 da categoria das cores

Para desenvolver esta etapa, à semelhança da etapa de descrição dos locativos, foi necessário desenvolver toda uma nova mecânica de jogo. Em que, primeiramente, foi desenvolvido um algoritmo que gera automaticamente e aleatoriamente uma tarefa de descrição (na etapa das cores envolve apenas as cores da etapa inicial, já na da descrição envolve todo um novo conjunto de imagens descrevendo diferentes situações). A cada uma destas tarefas é atribuído um identificador único, que permite o programa ir buscar tanto a imagem como texto a ser

apresentado, assim como o ficheiro de áudio correspondente à tarefa. A tarefa pode ser reproduzida através de um algoritmo desenvolvido que aciona o som ao clicar no botão áudio. Foi pedido que em ambos os casos existisse também a possibilidade de “esconder” a frase que enuncia a tarefa, para o caso das crianças que já saibam ler. Este requisito foi cumprido através da programação do botão representado com o ponto de interrogação, que desativa a caixa de texto em tempo real. Foi também criado um mecanismo de gravação de voz, que ao tocar no botão de gravação, o programa pede autorização para aceder ao microfone do jogo (visto estar num sistema diferente) quando concebida, um ficheiro temporário de áudio é gravado até o utilizador gravar toda a frase e de seguida ouve-a ao clicar no botão verde associado a “play” que irá buscar o ficheiro temporário gravado e executa-o. Este processo, apesar de parecer simples, apresentou bastante dificuldade a criar, visto que foi necessário gravar e reproduzir (simultaneamente o mesmo ficheiro de áudio, assim como outros presentes na mesma cena) som, assumindo assim que se criou uma solução que ainda não tinha sido pensada até ao momento. A passagem de níveis neste caso é executada de forma manual, sendo a informação de derrota armazenada ao clicar na cruz vermelha e a informação de vitória ao clicar na seta verde.

- **Locativos**

Quando o jogador clica no botão correspondente aos locativos terá então acesso ao menu das etapas que corresponde a essa mesma categoria, e nela encontrará quatro etapas diferentes. Duas delas que não dependem da passagem de outras para jogar (etapa 1 e descrição) sendo que as outras duas dependem da passagem de etapas anteriores (etapa 2 e 3). Assim como a categoria das cores, as decisões que o jogador pode tomar no menu de etapas, são semelhantes tendo apenas a diferença de esta conter uma etapa denominada “Descrição”.

A etapa 1 funciona sobre um mecanismo de “*drag and drop*”, isto é, o objeto de jogo (obtido de forma aleatória de entre uma base de objetos) aparece no canto do ecrã, e de seguida o jogador ouve a instrução (por exemplo “coloca o queijo ao lado do cesto”) que também aparecerá por escrito (como se encontra exemplificado na Figura 4.12), e terá de deslocar o tal objeto para uma determinada posição relativa ao outro objeto que se encontra no meio do ecrã, objeto este que varia consoante o nível para assegurar que o jogo não se torna repetitivo. No caso de ter a necessidade de repetir a instrução de voz, poderá fazê-lo clicando no ícone de som. Se o jogador acertar no posicionamento do objeto, este ficará encaixado na posição que lhe foi atribuída e o ecrã altera a cor para ver ao mesmo tempo que soam aplausos. No caso de falhar a posição, o objeto a descolar volta à posição inicial para o jogador tentar de novo a tarefa, sem nunca ter qualquer estímulo negativo. O mecanismo de reconhecimento de posição foi inteiramente desenvolvido de raiz funcionando com comparações à medida que o jogador desloca a peça, quando o nome do objeto a deslocar (coincidente com a figura) for igual ao *socket* (posição estabelecida para a posição a colocar), é então acionado um bloqueio físico da peça na

posição correta. Esta etapa serve então de introdução para as que se seguem, de maneira a que se possa testar as capacidades de distinção de locativos por parte da criança.



Figura 4.12. Screenshot da etapa 1 da categoria dos locativos

As etapas 2 e 3 são semelhantes, funcionando através da mecânica de clique assim como as etapas das cores, sendo o *layout* diferente (como se pode notar na Figura 4.13). Neste caso a diferença serão os estímulos que são apresentados às crianças, ecrã verde e som de aplauso no caso de vitória e ecrã vermelho e trompetas no caso de derrota. A primeira funciona na base de quatro estímulos visuais diferentes apenas um deles contendo a resposta certa sendo que o segundo terá seis estímulos. Em ambos os casos se faz uma escolha aleatória de entre oito locativos, sendo eles os essenciais à aprendizagem.

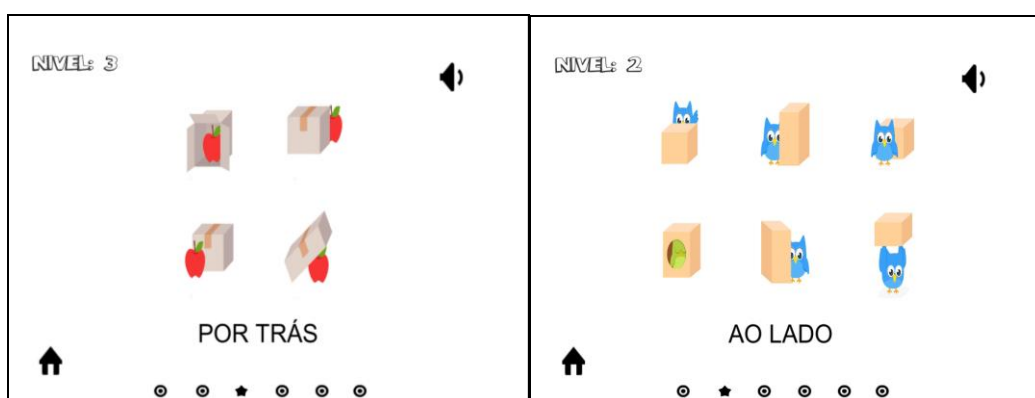


Figura 4.13. Screenshots das etapas 2 e 3 da categoria dos locativos, respetivamente

A etapa da descrição (Figura 4.14) é semelhante a terceira etapa das cores, servindo ela para por em prática os conceitos adquiridos nas categorias anteriores. Neste caso as tarefas de reconhecimento propostas possuem uma complexidade bastante acrescida quando comparada com a etapa das cores, porque é pedido ao jogador que reconheça um cenário representado na figura ao invés de uma simples cor. Assim sendo ouve a necessidade de resguardar esta etapa com um sistema de controlo parental. Este sistema opera sobre a capacidade de fazer operações matemáticas (capacidade ainda não adquirida pelas crianças que jogam, mas sim pelos terapeutas e pais), no caso de ser um terapeuta ou pai que pretende que a criança jogue terá então de responder corretamente a um simples cálculo matemático, fornecido num ambiente semelhante a calculadora que dará acesso à etapa.

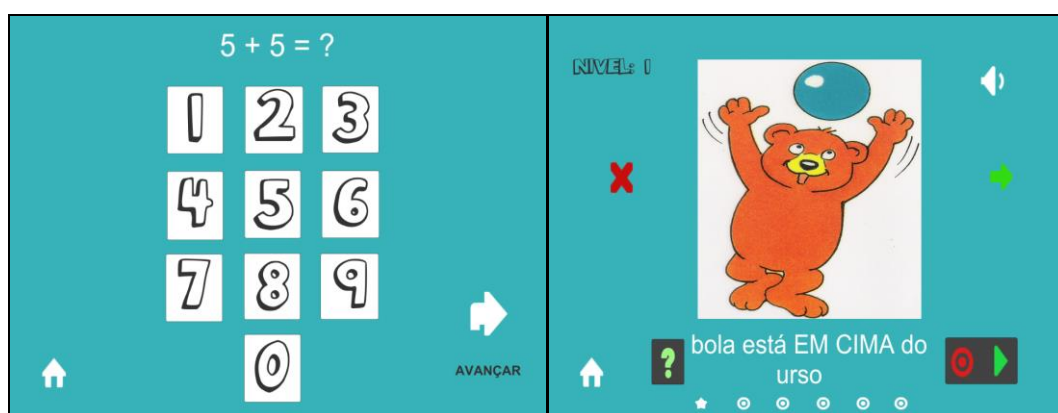


Figura 4.14. Screenshot do controlo parental e da etapa de descrição da categoria dos locais

• Números

Esta categoria terá como objetivo, ensinar as crianças a numeração considerada básica, isto é, números de zero a dez, mais uma vez foi um conceito que se viu essencial passar para as crianças, visto que serve para executar as mais básicas tarefas, como contagens de quantidades de forma a poder diferenciar as mesmas, e até num ponto de vista mais longínquo servirá para fazer cálculos em situações do quotidiano. Para isso as crianças serão apresentadas com três etapas de crescente dificuldade, que terão no final de cada uma um elemento diferenciador das restantes etapas das categorias presentes neste jogo.

As próprias etapas (apresentadas na Figura 4.15) são semelhantes entre si em termos de *layout*, mas bastante diferentes em termos comportamentais. Na primeira o utilizador é desafiado a encontrar a resposta certa num conjunto de quatro respostas possíveis (sempre com a tarefa em formato áudio disponível), em que as respostas possíveis poderão apenas ser números de zero a dez. Na segunda etapa será possível escolher de entre oito figuras, sendo que os

números apresentados vão de zero a treze. E na terceira etapa existem doze figuras e os números em excesso irão de onze a vinte e cinco. A escolha da inserção de números fora do limite de aprendizagem (os números base, zero a dez) serve para testar as capacidades de atenção e diferenciação do utilizador. No entanto surgiu a questão de ao passar os vários níveis os números previamente utilizados seriam eliminados do jogo, de forma a garantir que não existem repetições nas perguntas, com isso surgiu a questão de que seria necessário garantir que os números essenciais à etapa (os base) apareceriam no ecrã. O que era um problema devido ao elevado número de figuras apresentadas. De forma a contornar esse problema desenvolveu-se um *script* (apresentado em anexo) que garantisse que, independente da quantidade de números base existente, o jogo apresentasse em todos os níveis números compreendidos entre zero e dez.

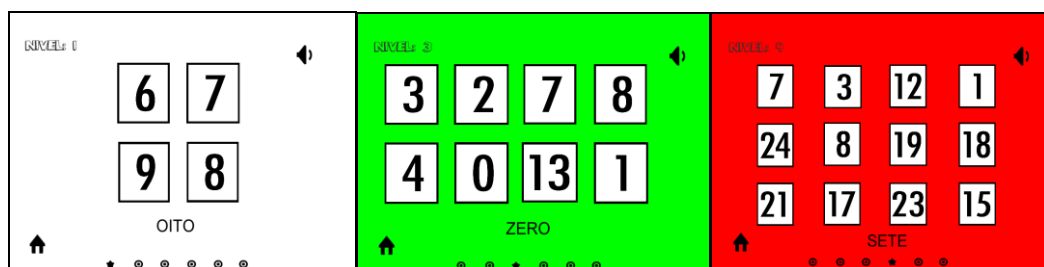


Figura 4.15. *Screenshots* das etapas 1, 2 e 3 da categoria dos números, respetivamente

• Funções

A última categoria, tanto em termos de explicação como em conceção, que como já anteriormente mencionado foi pensada após todas as outras já terem sido desenvolvidas, visa a aprendizagem do conceito de funcionalidades às crianças. Com funcionalidades entenda-se, fazer a diferenciação entre o propósito que diferentes objetos têm (seja exemplo “bola, copo, camisola”), e fazer com que as crianças entendam para que servem os mesmos, agrupando-os numa certas categorias. Nesta fase o jogo foi desenvolvido, agrupando quatro tipos de funcionalidades diferentes, sendo que suscitam em fase inicial mais dificuldade de diferenciação, para as crianças. A categoria é então constituída por três etapas, assim como todas as outras categorias as etapas irão aumentando de dificuldade e o utilizador apenas poderá aceder à próxima etapa se tiver completado a etapa anterior.

As três etapas começam com um áudio a informar qual é o objeto que a criança terá de deslocar (“carro, bola, ...”), no caso de ser necessário repetir esse mesmo áudio pode fazê-lo clicando no ícone de som. Se o jogador falhar a função (deslocar para a elipse errada) não será dado nenhum tipo de estímulo negativo, ao invés a criança poderá repetir a tarefa (apenas ficará registado que ela falhou) e o objeto retorna à posição inicial. No caso de o jogador acertar na função, este ouve o nome da função para qual o objeto serve (“beber, comer, ...”), de forma a

conseguir interiorizar mais facilmente o conceito, ouve depois o som de aplausos e o ecrã fica verde, simbolizando a passagem com sucesso ao próximo nível. Todo este processo será repetido até o utilizador completar, com sucesso, os seis níveis propostos.

As primeiras duas etapas (Figura 4.16) funcionam de forma semelhante, num conceito de arraste de objeto (o qual se pretende que o jogador descubra a que categoria pertence) para um, de dois, balões com uma imagem identificativa da função. A diferença entre as duas encontra-se então na dificuldade de distinção entre funções. Na primeira etapa é pedido ao utilizador que distinga o objeto de duas funções completamente diferentes uma da outra (por exemplo brincar e beber) não tendo a possibilidade de suscitar confusão no jogador. Já na segunda procura-se dificultar a tarefa ao utilizador, fazendo-o identificar a funcionalidade para duas funções semelhante (por exemplo beber e comer). Como a aproximação de funções adiciona dificuldade à tarefa decidiu-se então separar desta forma as duas etapas.

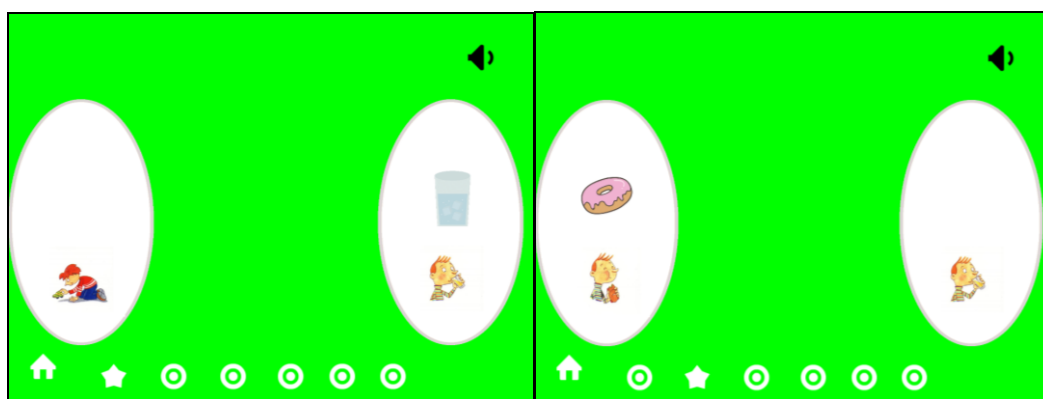


Figura 4.16. Screenshots das etapas 1 e 2 da categoria das funções, respetivamente

A terceira etapa consiste numa mesma diferenciação de funcionalidades, no entanto é feita para três funções diferentes, sendo que o objeto poderá pertencer a qualquer uma destas funções. Ao acrescentar mais uma elipse de funções é pedido ao utilizador que mantenha a sua atenção à tarefa (visto que terá mais dois estímulos visuais, a elipse e o desenho da função) ao mesmo tempo que procura completar a mesma com sucesso (exemplo na Figura 4.17).

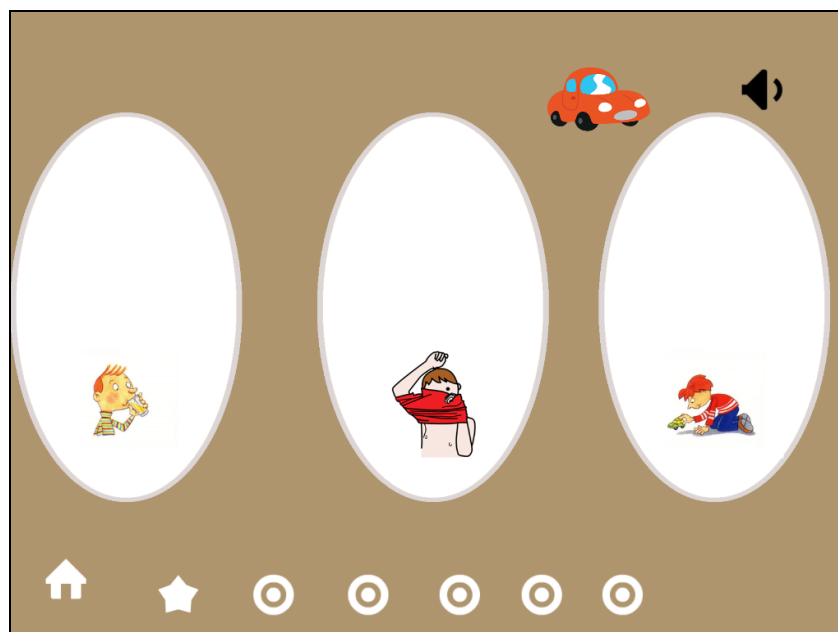


Figura 4.17. Screenshot da etapa 3 da categoria das funções

Esta mecânica de jogo, em termos de programação foi concebida tendo em conta que cada um dos objetos que iria aparecer no ecrã iria pertencer a uma das quatro funções presentes no jogo. Assim sendo começou-se por dividir cada um dos trinta e três objetos pelas três categorias e associá-los nas pastas das respetivas funções. Ao iniciar um nível este teria duas ou três funções. Dependendo do número de funções ir-se-ia fazer o *upload* dos objetos pertencentes a cada função para o vetor correspondente, no final concatenam-se os vetores das funções e faz uma escolha aleatória de qual a imagem que terá de sair (e ao mesmo tempo o som correspondente à imagem e à função), tendo todas a mesma probabilidade. Averigua-se se o objeto que saiu colide com o objeto que é a resposta, fazendo uma comparação de etiquetas de nomes, e no caso de ser o objeto é eliminado do vetor e o jogador acerta na pergunta incrementando o nível, no caso de não ser o programa recoloca o objeto na posição inicial. Para os estímulos auditivos, neste caso são dois (o nome do objeto a deslocar e o nome da função a que pertence), este são acionados através de um método desenvolvido que ao receber a chamada de um clique no botão de áudio aciona o próprio nome do objeto, e ao detetar a condição de colisão correta aciona o som da função.

• Minijogos

Apesar de todos as etapas serem diferentes entre si e de alguma forma didáticas, provocando estimulação no jogador, criou-se ainda duas cenas extra que funcionam como recompensa para o jogador, recompensa esta que ele poderá escolher jogar, ou não. Sendo que no final de completada cada etapa, com proveito, ao jogador é apresentado um minijogo, que este pode utilizar como forma de descontração.

Foi sugerido pelos terapeutas que este jogo fosse algo bastante simples, mas que ao mesmo tempo provocasse algum alívio e divertimento nas crianças, e após um conjunto de ideias chegou-se aos minijogos, que consistem em rebentar balões que estão expostos no ecrã. Há então dois minijogos diferentes. O primeiro funcionará apenas na categoria dos números, visto que foi esta que ficou com etapas mais semelhantes e simples, de forma a reforçar a mesma atribuiu-se um jogo diferente de todas as outras, que ao mesmo tempo conseguisse transmitir alguma mensagem. Passando à explicação, neste minijogo começarão dez balões coloridos (com cores diferentes) exposto no ecrã do jogador e ao mesmo tempo um contador (como se pode ver na tela da esquerda Figura 4.18) e o objetivo do jogador será rebentar os balões todos antes que o cronómetro estabelecido para o jogo chegue ao fim, ao mesmo tempo que o contador decrementa à medida que se rebentam os balões, sendo que estes se encontram estáticos no ecrã. Sempre que o jogador rebentar um balão este irá explodir, simulando graficamente uma explosão e replicando o som, ao mesmo tempo que libertará confettis, de forma a entreter e cativar a criança. De notar que consoante a etapa em que o jogador estiver, o minijogo também acompanhará a dificuldade da etapa, diminuindo o tempo que o jogador tem para rebentar todos os balões. Se o jogador conseguir finalizar com sucesso, será congratulado, no caso de não conseguir será exposto quantos balões faltavam.

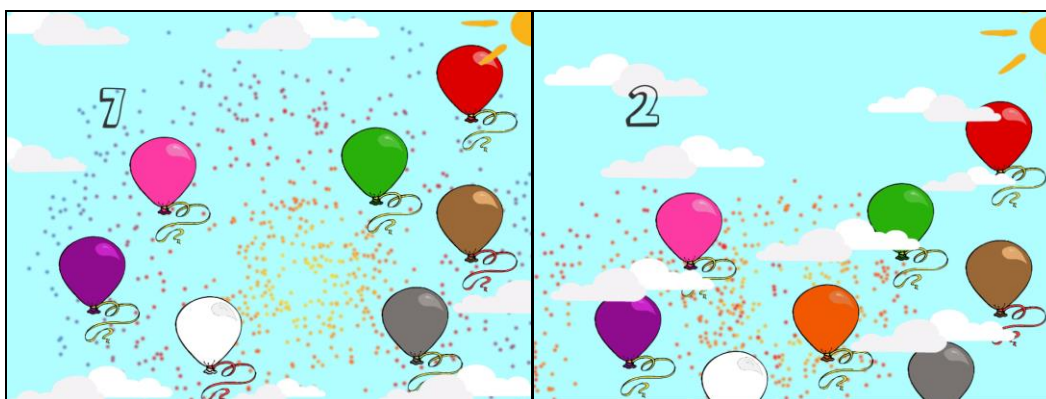


Figura 4.18. Minijogo associado à categoria dos números

O segundo minijogo aparece nas restantes categorias, sendo este um pouco mais elaborado, pois neste caso os balões vão surgindo na tela do jogador (tela da direita na Figura 4.18) e ele terá de conseguir rebentar todos antes que eles sumam do ecrã. À semelhança do outro minijogo este também ficará mais difícil consoante a etapa que foi ultrapassada, neste caso não só encurtando o tempo disponível para completar a tarefa, mas também aumentando a velocidade com que os balões se vão movimentando. E neste caso o contador presente no ecrã irá incrementando à medida que o jogador vai acertando nos balões, já as condições de vitória e derrota são iguais.

É de notar que apesar de focar na componente lúdica, sobretudo, estes dois jogos continuam à mesma a passar uma mensagem, que neste caso será a de contagem (ao utilizar-se um contador visual, que o jogador terá de ver), tanto no sentido crescente como no sentido decrescente.

Para desenvolver ambos os minijogos foi necessário desenvolver um algoritmo que detetasse se o clique do botão do rato seria no objeto de jogo (balão) e, no caso de ser efetuada a seleção correta, teria de desenrolar um conjunto de ações entre as quais a explosão, o som relativo à explosão, à animação e ao decremento ou incremento do contador. O segundo minijogo deu um pouco mais de trabalho a nível de programação visto que é necessário posicionar os balões por baixo da tela e fazer com que estes subam, num estilo de balão verdadeiro, isto foi conseguido através de um conjunto de funções que controla e atualiza a posição de um objeto de jogo neste caso o balão. Ao mesmo tempo um cronómetro estará a controlar o tempo que o jogador tem para finalizar estas tarefas, sendo diferente consoante a dificuldade da própria etapa, que no caso de chegar ao final do tempo previamente estabelecido, desenrolará um conjunto de ações associadas à falha da tarefa.

De notar que as imagens utilizadas no jogo, foram fornecidas pelos terapeutas, construídas de raiz ou retiradas de bancos, *online*, de imagens gratuitas.

4.4 Resultados de validação

Visto que à medida que se foi desenvolvendo o jogo houve um contacto bastante significativo com os terapeutas do *centro Diferenças* (através de reuniões ou troca de mails) e ao mesmo tempo se ia testando o jogo com as crianças do próprio centro de forma a ter uma noção do rumo a levar, surgiu a possibilidade, também, de vir a testar o jogo nas crianças (que a ferramenta visa afetar) logo que este estivesse finalizado, se existisse conformidade tanto da parte dos terapeutas como da parte dos pais.

Ao completar-se a construção da ferramenta, e após ser dada a permissão por ambas as partes, existiu então a possibilidade de validar o efeito da mesma. Para tal foi planeado, em conjunto com os terapeutas, um processo de averiguação das capacidades das crianças. Estando este dividido em duas partes:

1. A primeira foi feita maioritariamente pelas terapeutas do centro, visto que eram elas que possuíam o conhecimento das capacidades das crianças, que consta na elaboração de um relatório que analisa as suas capacidades (nos aspetos em foco neste jogo, ou seja, cores, locativos, numeração e funções) antes de serem expostas ao jogo e após algumas sessões de utilização deste.
2. A segunda parte da validação consiste no teste da ferramenta desenvolvida para o jogo que visa o processamento e envio dos dados referentes à utilização da

ferramenta, por parte do jogador (mencionada em 4.2). Fornecendo uma informação detalhada do comportamento do jogador durante a sessão. Tem então o objetivo de confirmar as informações relatadas pelos terapeutas.

Apesar de ao longo do desenvolvimento e teste do jogo, este ter sido utilizado por, aproximadamente, cinquenta pessoas, a validação dos resultados apresentados pelo jogo foi feita para uma população de seis crianças, todas elas afetadas com perturbações a nível do desenvolvimento (com graus de afetação diferentes) e todas elas pertencentes ao *centro Diferenças*, visto que eram as crianças que o terapeuta destacado para o auxílio do trabalho supervisiona.

Tendo todas as crianças expostas ao jogo (entre 3 a 5 sessões, dependendo da criança) é de notar que todas elas apresentaram melhorias nas diversas categorias. Como a informação seria demasiado extensa ir-se-á então aplicar ambos os métodos de validação apenas a uma delas, nomeadamente a que apresentou melhorias mais significativas. O nome do sujeito de teste permanecerá em anonimato, no entanto pode-se revelar que a criança em estudo padece de perturbação da linguagem e tem apenas quatro anos de idade.

Inicialmente serão analisadas as tabelas fornecidas pelo terapeuta que acompanhou o sujeito durante as quatro sessões de teste. É necessário ter em conta que o que se encontra em análise será a capacidade de assimilar os conceitos necessário (como as próprias cores e números) ao invés de fazer uma análise às etapas propriamente ditas. Sendo estas divididas por categorias, primeiramente proceder-se-á à análise do tema das cores reportado na Tabela 4.4, seguindo-se a análise da categoria dos números segundo Tabela 4.5, e no final serão estudados os resultados dos locativos (Tabela 4.6) assim como das funções (Tabela 4.7).

Tabela 4.4. Análise das capacidades assimiladas envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
Verde	✓	✓
Azul	✓	✓
Castanho	×	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	×	✓
Cinzentos	×	✓
Vermelho	✓	✓
Roxo	×	✓
Branco	✓	✓
Amarelo	✓	✓
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	×	✓
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	×	✓

Nota: ✓-representa conceito assimilado; ×-representa conceito não assimilado.

Como se pode analisar na tabela acima disposta o jogador em questão, segundo a análise do seu terapeuta, apresentava inicialmente dificuldades em algumas cores, como o castanho, rosa, cinzentos e roxo, sendo que as suas dificuldades incidiam na questão de diferenciação de cores, o que também pode provocar dificuldade ao associar estas cores com mais palavras (como é o caso das etapas seguintes). Apresentando então a criança dificuldades também nessas tarefas. Ao completar as quatro sessões destinadas ao uso da ferramenta, o terapeuta notou que a criança apresentara progressos significativos no âmbito da aprendizagem de cores, conseguindo diferencia-las entre si, assim como compreender a sua relação com mais palavras.

Tabela 4.5. Análise das capacidades assimiladas envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
0	×	×
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	✓	✓
5	×	✓
6	×	×
7	×	×
8	×	✓
9	×	✓
10	✓	✓

Nota: ✓-representa conceito assimilado; ×-representa conceito não assimilado.

Relativamente à aprendizagem da numeração, é de notar que a criança apenas tinha conhecimento dos quatro primeiros números, assim como o número dez, possivelmente por este ser distinto visualmente de todos os outros. No final das quatro sessões de jogo o terapeuta averiguou que a criança havia apresentado melhorias e teria conseguido aprender os números cinco, oito, nove e zero.

Tabela 4.6. Análise das capacidades assimiladas envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Cima	×	✓
Baixo	✓	✓
Ao lado	×	✓
À frente	×	✓
Atrás	×	✓
Entre	×	✓
Dentro	×	✓

Nota: ✓-representa conceito assimilado; ×-representa conceito não assimilado.

Segundo o terapeuta, o proveito da criança no que toca a esta categoria foi máximo, apresentando esta, inicialmente, dificuldades em maior parte dos locativos, como cima, ao lado, à frente, atrás, entre e dentro, finalizando com total compreensão dos locativos em teste no jogo. Neste caso de estudo não foi analisada a parte da descrição por parte da criança, assim sendo não apresentando dados relativo a esta mesma etapa.

Tabela 4.7. Análise das capacidades assimiladas envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Beber	✓	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	✓	✓

Nota: ✓-representa conceito assimilado; ×-representa conceito não assimilado.

No que tocou à aprendizagem de funções não houve nada a registar visto que o jogador já tinha a capacidade de as distinguir adquirida.

De seguida ir-se-á analisar a informação que havia sido recolhida pela ferramenta, enviada por *email* e de seguida tratada, de forma a poder corroborar a análise feita pelos terapeutas do centro *Diferenças*.

Para isso procedeu-se à recolha de toda a informação recebida sobre as várias sessões de jogo (quatro) que a criança teve, resultando no total de uma hora de jogo, aproximadamente.

Após uma cuidada análise e tratamento dos dados adquiridos obtiveram-se os dados apresentados no gráfico da Figura 4.19, sendo que o que está em análise é a taxa de aprovação por parte da criança nas diversas categorias previamente ao contacto com o jogo, informação esta recolhida pelos terapeutas e mencionada em detalhe anteriormente. Comparando com a informação de jogo recolhida pelo jogo, nas últimas sessões de jogo da criança, ou seja, as decisivas. Esta informação encontra-se apresentada de forma percentual para ser de mais fácil compreensão.



Figura 4.19. Taxa de aprovação antes e depois do contacto com o jogo

Como se pode ver, ao fazer uma análise comparativa entre a documentação fornecida pelos terapeutas com a informação agregada automaticamente através do uso da ferramenta, os dados são algo semelhantes. No entanto, estes revelaram ligeiras diferenças na categoria das cores em que os terapeutas averiguaram que a criança tinha tido o máximo proveito (100%) ao passo que a ferramenta anotou uma taxa de aprovação de 85%. A categoria dos locativos números revelou o maior insucesso à semelhança do descrito pelos terapeutas, apresentando uma taxa de aprovação de 65%, quando o registado pelos terapeutas teria sido uma taxa de 73%. Já as categorias dos locativos e funções corroboram a análise da máxima taxa de sucesso por parte das crianças, ambas apresentando uma taxa final de 100%, tal como havia sido relatado pelos terapeutas.

Como se pode notar por esta comparação de dados o mecanismo desenvolvido para complementar o funcionamento de jogo, ao tratar da recolha e envio de dados essenciais, está

operacional visto que os dados recolhidos pela mesma vão de acordo com o relatório de progresso feito pelos terapeutas, com ligeiros desvios.

Assim sendo, com estas duas análises complementares pode-se também averiguar que a ferramenta desenvolvida possibilita, de facto, melhorias nos seus utilizadores.

Conclusão e trabalhos futuros

A pesquisa levada a cabo com esta dissertação veio a confirmar as fragilidades que as terapias das perturbações a nível do desenvolvimento apresentam no domínio dos recursos tecnológicos e em particular a ausência de comunicação dos resultados obtidos ao longo do acompanhamento terapêutico das crianças.

Deste modo, foi proposto desenvolver uma ferramenta tecnológica que permitisse atenuar os efeitos causados pelas perturbações acima mencionadas, contendo um conjunto de requisitos essenciais sugeridos pelos terapeutas do *centro DIFERENÇAS*.

Este conceito foi então materializado gerando o protótipo “Falar Pelos Cotovelos”, uma ferramenta tecnológica que consegue inteiramente por em prática atividades educacionais, apropriadas para crianças com défices no desenvolvimento, não só no centro de apoio, onde fazem as suas terapias, mas também no conforto da sua casa (sendo este fator deveras importante). Esta aplicação possibilita ao utilizador ter o mesmo jogo em diferentes plataformas com a mesma qualidade. Adicionalmente possui a capacidade de efetuar uma fácil e rápida exportação dos dados de utilização, a ser entregue aos terapeutas para poder aferir sobre o progresso das crianças. Foi possível elaborar diferentes algoritmos que ainda não haviam sido aplicados integralmente, como foi o caso da recolha e exportação de dados através de *email*, para diversas plataformas, assim como os métodos de gravação e reprodução de vários ficheiros de áudio numa mesma instância.

Os testes efetuados permitiram concluir que a ferramenta simplifica o trabalho dos terapeutas (devido ao facto de possibilitar um método complementar de terapia, que elabora relatórios de progresso sobre o utilizador) e das crianças (visto que lhes permite uma terapia didática, a ser realizada tanto no centro de apoio como em casa), revelando também uma fácil adaptação ao jogo.

Para além de se conseguir implementar a ferramenta proposta, foi possível testar a capacidade da mesma em crianças com diferentes graus de perturbações de desenvolvimento, graças ao contributo do *centro Diferenças*. Ao testar todo o processo de utilização da ferramen-

ta, incluindo o jogo e o processamento de informação, foi possível notar que de uma população de seis sujeitos de teste todos eles apresentaram melhorias significativas, nos temas abordados pela ferramenta. Tendo estes dados sido apoiados com relatórios efetuados pelos próprios terapeutas.

Em suma o jogo desenvolvido para além de ser uma ferramenta funcional, de acordo com o que se verificou pelos vários sujeitos de teste, é também uma ferramenta que de facto consegue causar mudanças positivas nos seus utilizadores.

No entanto, de forma de melhorar a ferramenta seria interessante otimizar o processo de tratamento de dados, visto que de momento este é executado manualmente obrigando o gestor de jogo a fazer uma recolha dos ficheiros de texto e de seguida trata-los em *excel*. Neste sentido o ideal seria desenvolver uma ferramenta auxiliar que executasse todo este processo autonomamente, assim que reunisse um conjunto de dados significativo para ser analisado e entregue aos terapeutas.

Em termos de jogo seria uma mais valia desenvolver um algoritmo de reconhecimento de voz (algo que foi tentado nesta dissertação, mas sem sucesso) para tornar mais apelativas as etapas de descrição, permitindo às crianças jogarem-nas sozinhas. Também seria de considerar a possibilidade de tornar o *layout* um pouco mais apelativo, tendo sempre em conta o facto de não poder ser demasiado robusto, para não desviar o foco das crianças do objetivo principal.

Surgiu também a possibilidade de elaborar um artigo baseado no estudo desta dissertação, para a conferência *GOODTECHS 2017-Serious Games to Improve Quality of Life*, completado com sucesso e submetido. Este artigo é então apresentado na íntegra em anexo.

Referências

- [1] S. McCallum, "Gamification and serious games for personalized health," *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 177, pp. 85–96, 2012.
- [2] R. Oliveira, F. Roddrigues, J. M. Saraiva, and B. Fernandes, "Avaliação e Investigação Etiológica do Atraso do Desenvolvimento Psicomotor / Défice Intelectual," *Saúde Infant.*, no. 1, pp. 5–10, 2012.
- [3] R. De, O. De, E. Com, and M. Dos, "P i s p d c d."
- [4] D. King, P. Delfabbro, and M. Griffiths, "Video game structural characteristics: A new psychological taxonomy," *Int. J. Ment. Health Addict.*, vol. 8, no. 1, pp. 90–106, 2010.
- [5] D. L. King, P. H. Delfabbro, and M. D. Griffiths, "Video Game Addiction," *Princ. Addict.*, no. May 2015, pp. 819–825, 2013.
- [6] A. Derryberry and I. Serious, "Serious games: online games for learning," *Serious Games*, no. 9, pp. 1–15, 2007.
- [7] T. Susi, M. Johannesson, and P. Backlund, "Serious Games – An Overview," *Elearning*, vol. 73, no. 10, p. 28, 2007.
- [8] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*, vol. October 31. 2005.
- [9] N. Platform, "Training Support," vol. 5, no. August, pp. 3–7, 2012.
- [10] "File:Flickr - The U.S. Army - Engagement skills trainer.jpg - Wikimedia Commons." [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Flickr_-_The_U.S._Army_-_Engagement_skills_trainer.jpg/800px-Flickr_-_The_U.S._Army_-_Engagement_skills_trainer.jpg. [Accessed: 23-Feb-2017].

- [11] "Fire Simulator." [Online]. Available: http://www.feuersimulator.com/index_en.html#home. [Accessed: 20-Feb-2017].
- [12] "iBG_feuersimulator_3D." [Online]. Available: http://www.feuersimulator.com/_assets/img/downloads/iBG_feuersimulator_3D_frei_01_www.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [13] "Math Games & Preschool Educational Games-123 Numbers, Free Learning App For Kids to learn on the App Store." [Online]. Available: <https://itunes.apple.com/us/app/math-games-preschool-educational/id941554211?mt=8>. [Accessed: 20-Feb-2017].
- [14] "Math Games & Preschool Education." [Online]. Available: <http://a3.mzstatic.com/us/r30/Purple1/v4/e1/d4/ba/e1d4baaa-a3c8-584f-9d9d-fab719629991/screen520x924.jpeg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [15] L. Geurts *et al.*, "Digital Games for Physical Therapy: Fulfilling the Need for Calibration and Adaptation," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, p. 160, 1989.
- [16] N. F. Cook, T. McAloon, P. O'Neill, and R. Beggs, "Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and performance in life support training - A pilot study," *Nurse Educ. Today*, vol. 32, no. 6, pp. 714–720, 2012.
- [17] M. Bayón-Calatayud *et al.*, "Virtual Rehabilitation," in *Emerging Therapies in Neurorehabilitation II*, vol. 10, 2016, pp. 303–318.
- [18] "PULSE-SERIOUS GAME." [Online]. Available: http://1.bp.blogspot.com/_Ss_rLDyRQck/SxKokhIWAul/AAAAAAAAMWk/l8aHLYxeHyE/s400/Serious-Games+192.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [19] "the world ' s most advanced offshore simulation complex offshore simulation centre."
- [20] Cryengine, "CRYENGINE Features." [Online]. Available: <https://www.cryengine.com/features/platforms>.
- [21] "cryengine logo." [Online]. Available: https://www.cryengine.com/files/news/logo_horizontal_black69.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [22] "Farcry_game." [Online]. Available: <http://cdn.akamai.steamstatic.com/steam/apps/13520/header.jpg?t=1447351265>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [23] "crysisis_game." [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/XGTwbaYXkvA/maxresdefault.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [24] "the climb game." [Online]. Available:

<https://s3.amazonaws.com/static.oculus.com/website/2016/04/image-1-sized.jpg>.
[Accessed: 24-Feb-2017].

- [25] "If You Love Something, Set It Free." [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free>.
- [26] "Unreal Engine Technology," 2014. [Online]. Available: <http://images.thisisxbox.com/2015/03/1425334231-unreal-engine-logo.png>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [27] "The 10 Most Glorious Games Made with the Unreal Engine - Blogs - Gamepedia." [Online]. Available: <http://www.gamepedia.com/blogs/639-the-10-most-glorious-games-made-with-the-unreal>.
- [28] "unreal tournament 2004." [Online]. Available: <http://www.mobygames.com/game/unreal-tournament-2004/promo/promoImageld,118235/>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [29] K. Moltenbrey, "Gears of war 3," *Comput. Graph. World*, vol. 35, no. 2, pp. 18–22, 2012.
- [30] Gearbox Software, "Borderlands 2," 2012. [Online]. Available: <http://oyster.ignimgs.com/mediawiki/apis.ign.com/borderlands-2/thumb/1/12/Borderlands-2-big.jpeg/468px-Borderlands-2-big.jpeg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [31] "Unity - Services." [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt/services>. [Accessed: 31-Jan-2017].
- [32] R. H. Creighton, *Unity 3D Game Development by Example*. 2010.
- [33] "unity engine logo." [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [34] "Temple Run." [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/iAoyjhSNUqw/hqdefault.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [35] "kerbal space program." [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/5nvnQ9MaZ5I/maxresdefault.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [36] "hearthstone game." [Online]. Available: <http://blogs-images.forbes.com/insertcoin/files/2014/12/hearthstone1.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [37] M. Masters, N. stranger to writing Articles, handing out "aha Moments, " Mark is a part of the team actively Working, C. Forums, and D. with T. Software, "Choosing the Right Game Engine | Unity, Source 2, Unreal Engine 4 or CryENGINE," vol. 2015. 2015.
- [38] American Psychiatric Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 2013.
- [39] "Perturbação de Hiperatividade com Défice de Atenção Miguel Palha – Pediatra do

Desenvolvimento Centro de Desenvolvimento Infantil DIFERENÇAS.”

- [40] A. P. Coutinho, “As perturbações da aquisição e do desenvolvimento da linguagem,” *Univ. Nov. Lisboa Esc. Nac. Saúde Pública*, pp. 10–11, 21, 2012.
- [41] “Phrase FLiPS | Flip Book for Learning Intelligible Production of Speech | Product Info.” [Online]. Available: <https://www.superduperinc.com/images/widerLayout/product/main/BK372.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [42] “lexico compreender.” [Online]. Available: http://www.pappy.ch/pappy_frontpage/images/lexcogPTPT.png. [Accessed: 24-Feb-2017].
- [43] E. D. O. Desenvolvimento, “Perturbações do desenvolvimento infantil – conceitos gerais,” pp. 669–676, 2009.

Anexos

Tabela 7.1. Comparação dos Game Engines

	<i>Unreal Engine</i>	<i>Cry Engine</i>	<i>Unity3D</i>
Modelação 2D	×	✓	✓
Modelação 3D	✓	✓	✓
Versão Gratuita	×	×	✓
Exportar para PC	✓	✓	✓
Exportar para Mac	✓	×	✓
Exportar para Android	✓	×	✓
Exportar para IOS	✓	×	✓
Disponível para Mac	✓	×	✓
Disponível para Windows	✓	✓	✓
Facilidade de Uso	Difícil	Difícil	Fácil e intuitivo
Extensa documentação de apoio	✓	✓	✓

Nota: ✓-possuí a funcionalidade; ×- não possui a funcionalidade.

Tabela 7.2. Tarefas que compõem a categoria das cores

<i>Etapa inicial</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 2</i>
Vermelho	Chapéu + cor	Balão + cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Amarelo	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Verde	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Azul	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Roxo	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Branco	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Cinzentos	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Castanho	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Rosa	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Laranja	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor
Preto	Chapéu + cor	Balão +cor	Lápis + cor	O gato brinca com o + balão +cor	A tartaruga brinca com a bola +cor	O urso tem um chapéu + cor

Tabela 7.3. Tarefas que compõem a categoria dos números

<i>Etapa1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
0	0	0
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
-	11 e 12 para distrair	11 – 25 para distrair

Tabela 7.4. Tarefas que compõem a categoria dos locativos

<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
Coloca + objeto a deslocar + locativo + objeto estático	A maçã está + locativo	A maçã está + locativo (+ 2locativos)
-	O pássaro está + locativo	O pássaro está + locativo (+ 2locativos)

Tabela 7.5. Palavras que constituem as tarefas na etapa 1 dos locativos

<i>Objeto a deslocar</i>	<i>Locativos</i>	<i>Objeto estático</i>
a Bola	Em cima	Cadeira
as Botas	Por baixo	Folha
o Livro	Dentro	Mesa
o Novelo	Ao lado	Carro
o Osso	-	Banco
o Queijo	-	Cesto
a Vela	-	-

Tabela 7.6. Locativos presentes nas etapas 2 e 3 dos locativos

<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>
Em cima	Em cima
Por baixo	Por baixo
Ao lado	Ao lado
À frente	À frente
Por trás	Por trás
-	Dentro
-	Entre

Tabela 7.7. Lista das frases que estão presentes na etapa de descrição dos locativos

<i>Frase</i>
o cão está POR BAIXO da mesa
-o cão está POR CIMA da bola
o cão está DENTRO da casota
o lápis está À FRENTE do cão
o osso está POR BAIXO do cão
o coelho está POR BAIXO do banco
o coelho está EM CIMA da cenoura
o coelho está DENTRO da casota
o balde está À FRENTE da tartaruga
o carro está À FRENTE da tartaruga
o chapéu está EM CIMA da tartaruga
a tartaruga está POR BAIXO da folha
a tartaruga está DENTRO da cesta
a bola está EM CIMA do urso
o mel está À FRENTE do urso
o urso está DENTRO do carro
o novelo está EM CIMA do gato
o gato está DENTRO da caixa
o gato está POR BAIXO da cadeira
o rato está POR BAIXO da panela
a vela está AO LADO do Rato
o rato está EM CIMA do queijo
o rato está DENTRO da toca
os óculos estão À FRENTE do rato

Tabela 7.8. Tarefas que compõem a categoria das funções

	<i>Etapas 1</i>	<i>Etapas 2</i>	<i>Etapas 3</i>
Explicação	Deslocar o objeto para a categoria certa (Duas funções diferentes)	Deslocar o objeto para a categoria certa (Duas funções semelhantes)	Deslocar o objeto para a categoria certa (Três funções)
Exemplos	Brincar-Comer Beber-Vestir	Comer-Beber Vestir-Brincar	Comer-Beber-Brincar Brincar-Vestir-Comer

Tabela 7.9. Objetos da categoria das funções

<i>Beber</i>	<i>Brincar</i>	<i>Comer</i>	<i>Vestir</i>
Água (copo)	Bola (pequena)	Ovo	Calções
Água (garrafão)	Bola (grande)	Frango	t-shirt
Chá (chávena)	Carro	Hambúrguer	Chapéu
Sumo (copo)	Dinossauro	Donut	Calças
Sumo (garrafa)	Urso	Sandes	Colete
Leite (chávena)	Robô	Cachorro	Camisola
Leite (pacote)	Cubos	Carne	-
-	Comboio	Pão (pequeno)	-
-	-	Queijo	-
-	-	Croissant	-
-	-	Pão (grande)	-
-	-	Sopa	-

Tabela 7.10. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 2, envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
Verde	✓	✓
Azul	✓	✓
Castanho	✓	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	✓	✓
Cinzentos	✓	✓
Vermelho	✓	✓
Roxo	✓	✓
Branco	✓	✓
Amarelo	✓	✓
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	✓	✓
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	✓	✓

Tabela 7.11. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 2, envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
0	✓	✓
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	✓	✓
5	✓	✓
6	×	✓
7	×	×
8	×	×
9	×	×
10	✓	✓

Tabela 7.12. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 2, envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Cima	✓	✓
Baixo	✓	✓
Ao lado	✓	✓
À frente	✓	✓
Atrás	×	✓
Entre	×	✓
Dentro	×	✓

Tabela 7.13. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 2, envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Beber	✓	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	✓	✓

Tabela 7.14. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 3, envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 3 sessões
Verde	✓	✓
Azul	✓	✓
Castanho	✓	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	✓	✓
Cinzentos	✓	✓
Vermelho	✓	✓
Roxo	✓	✓
Branco	✓	✓
Amarelo	✓	✓
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	✓	✓
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	✓	✓

Tabela 7.15. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 3, envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 3 sessões
0	✓	✓
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	✓	✓
5	✓	✓
6	✓	✓
7	✓	✓
8	✓	✓
9	✓	✓
10	✓	✓

Tabela 7.16. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 3, envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 3 sessões</i>
Cima	✓	✓
Baixo	✓	✓
Ao lado	✓	✓
À frente	×	✓
Atrás	×	✓
Entre	✓	✓
Dentro	×	✓

Tabela 7.17. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 3, envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 3 sessões</i>
Beber	✓	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	✓	✓

Tabela 7.18. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 4, envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 3 sessões
Verde	✓	✓
Azul	✓	✓
Castanho	✓	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	✓	✓
Cinzentos	×	×
Vermelho	×	✓
Roxo	×	×
Branco	✓	✓
Amarelo	×	✓
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	×	×
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	×	×

Tabela 7.19. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 4, envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 3 sessões
0	✓	✓
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	✓	✓
5	✓	✓
6	×	✓
7	×	✓
8	✓	✓
9	×	✓
10	✓	✓

Tabela 7.20. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 4, envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 3 sessões</i>
Cima	×	✓
Baixo	×	✓
Ao lado	×	×
À frente	×	×
Atrás	×	×
Entre	×	×
Dentro	×	×

Tabela 7.21. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 4, envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 3 sessões</i>
Beber	×	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	×	✓

Tabela 7.22. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 5, envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 5 sessões
Verde	✓	✓
Azul	×	✓
Castanho	✓	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	×	✓
Cinzentos	×	✓
Vermelho	×	✓
Roxo	×	×
Branco	✓	✓
Amarelo	×	✓
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	×	✓
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	×	✓

Tabela 7.23. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 5, envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 5 sessões
0	✓	✓
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	✓	✓
5	✓	✓
6	×	×
7	×	×
8	×	×
9	×	×
10	×	✓

Tabela 7.24. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 5, envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 5 sessões</i>
Cima	✓	✓
Baixo	✓	✓
Ao lado	×	×
À frente	×	×
Atrás	×	✓
Entre	×	×
Dentro	×	×

Tabela 7.25. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 5, envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 5 sessões</i>
Beber	✓	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	×	✓

Tabela 7.26. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 6, envolvendo cores

Cores	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
Verde	✓	✓
Azul	✓	✓
Castanho	✓	✓
Preto	✓	✓
Laranja	✓	✓
Rosa	×	✓
Cinzentos	×	×
Vermelho	✓	✓
Roxo	×	×
Branco	✓	✓
Amarelo	×	×
Etapa 1 (compreender relação de duas palavras)	×	×
Etapa 2 (compreender relação de três palavras)	×	×

Tabela 7.27. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 6, envolvendo números

Números	Prestação antes	Prestação após 4 sessões
0	×	✓
1	✓	✓
2	✓	✓
3	✓	✓
4	×	✓
5	×	✓
6	×	×
7	×	×
8	×	×
9	×	×
10	×	×

Tabela 7.28. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 6, envolvendo locativos

<i>Locativos</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Cima	✓	✓
Baixo	✓	✓
Ao lado	×	×
À frente	×	✓
Atrás	×	×
Entre	×	×
Dentro	×	×

Tabela 7.29. Análise das capacidades assimiladas, no sujeito 6, envolvendo funções

<i>Funções</i>	<i>Prestação antes</i>	<i>Prestação após 4 sessões</i>
Beber	✓	✓
Brincar	✓	✓
Comer	✓	✓
Vestir	×	✓

Joana	<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - * ""Joana"" * 07/19/2017 18:01:46 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: A FRENTE O que respondeu: A	19/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - * ""Joana"" * 07/19/2017 17:59:27 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o QUEIJO ao LADO do	19/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - * ""Joana"" * 07/19/2017 17:57:17 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: UM O que respondeu: DIEZ Em	19/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Joana - * ""Joana"" * 07/19/2017 17:51:02 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: BRINCAR—p2 O que respondeu:	19/07
Rafael	<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - * ""Rafael"" * 07/18/2017 17:16:00 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a VELA em CIMA da	18/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Ines - * ""Ines"" * 07/17/2017 17:58:29 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: AZUL O que respondeu: AZUL Em	17/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - * ""Goncalo"" * 07/15/2017 12:59:19 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis CASTANHO O que	15/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - * ""Goncalo"" * 07/15/2017 12:57:40 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o LIVRO em CIMA da	15/07
Goncalo	<input type="checkbox"/>	★	eu	Goncalo - * ""Goncalo"" * 07/15/2017 12:55:36 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: COMER—f1 O que respondeu:	15/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Leonor - * ""Leonor"" * 07/15/2017 12:51:12 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis AZUL O que respondeu:	15/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Leonor - * ""Leonor"" * 07/15/2017 12:50:05 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERMELHO O que respondeu:	15/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - * ""Francisco"" * 07/15/2017 12:46:38 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERDE O que respondeu:	15/07
Francisco	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - * ""Francisco"" * 07/15/2017 12:45:27 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: SEIS O que respondeu:	15/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Arthur - * ""Arthur"" * 07/14/2017 16:19:26 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: AMARELO O que respondeu:	14/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Arthur - * ""Arthur"" * 07/14/2017 16:18:17 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: AMARELO O que respondeu:	14/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - * ""Rafael"" * 07/14/2017 11:01:34 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: COMER—f11 O que respondeu:	14/07
Rafael	<input type="checkbox"/>	★	eu	Rafael - * ""Rafael"" * 07/14/2017 10:59:12 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: VESTIR—a3 O que respondeu:	14/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Samuel - * ""Samuel"" * 07/13/2017 15:43:17 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: BEBER—b1 O que respondeu:	13/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Ma - * ""Ma"" * 07/13/2017 13:54:28 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: BRINCAR—p7 O que respondeu:	13/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Samuel - * ""Samuel"" * 07/13/2017 13:42:33 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: chapéu LARANJA O que	13/07
Samuel	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Ma - * ""Ma"" * 07/13/2017 13:54:28 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: BRINCAR—p7 O que respondeu:	13/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Samuel - * ""Samuel"" * 07/13/2017 13:42:33 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: chapéu LARANJA O que	13/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Samuel - * ""Samuel"" * 07/13/2017 13:41:41 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: chapéu LARANJA O que respondeu	13/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	abcd1234 - * ""abcd1234"" * 07/13/2017 12:43:56 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o OSSO em CIMA da	13/07
Filipa	<input type="checkbox"/>	★	eu	Filipa - 07/12/2017 11:26:13 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 2.977 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 44.956 segundos Nivel: 3 Pergunta: (12/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Pedro - * ""Pedro"" * 07/11/2017 22:31:08 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a BOLA por BAIXO da	11/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Simao - 07/11/2017 17:19:29 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: o gato brinca com o baão ROSA O que respondeu: o gato brinca com o baão ROSA Em 3.42 segundos Nivel: 1 Pergunta: o	11/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Simao - 07/11/2017 17:18:28 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: baão BRANCO O que respondeu: baão BRANCO Em 3.42 segundos Nivel: 1 Pergunta: baão AMARELO O que respondeu:	11/07
Simao	<input type="checkbox"/>	★	eu	Simao - 07/11/2017 17:17:29 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: CASTANHO O que respondeu: ROXO Em 3.42 segundos Nivel: 1 Pergunta: CASTANHO O que respondeu: CASTANHO Em 4.1	11/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Pedro - 07/10/2017 15:35:45 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 5.556 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.321 segundos Nivel: 3 Pergunta: C	10/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Mig - 07/10/2017 10:32:44 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: LARANJA O que respondeu: Em 2.32 segundos Nivel: 2 Pergunta: ROXO O que respondeu: Em 1.92 segundos Nivel:	10/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Mig - 07/10/2017 10:27:50 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: LARANJA O que respondeu: LARANJA Em 2.32 segundos Nivel: 2 Pergunta: AMARELO O que respondeu: AMARELO Em 1.92 s	10/07
Pedro	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Pedro - 07/10/2017 00:03:35 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: UM O que respondeu: UM Em 1.314 segundos Nivel: 2 Pergunta: SETE O que respondeu: SETE Em 1.084 segundos Niv	10/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	V - 07/09/2017 10:11:55 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 6.443 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 13.288 segundos Nivel: 3 Pergunta: O	9/07
	<input type="checkbox"/>	☆	eu	Franc - 07/09/2017 10:09:23 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: a tartaruga brinca com a bola VERDE O que respondeu: a tartaruga brinca com a bola VERDE Em 11.221 segundos Nivel: 2	9/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Franc - 07/09/2017 10:00:32 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: CINZENTO O que respondeu: CINZENTO Em 11.221 segundos Nivel: 2 Pergunta: LARANJA O que respondeu: VERDE Em 2.5	9/07
Franc	<input type="checkbox"/>	★	eu	Franc - 07/09/2017 09:41:09 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: CASTANHO O que respondeu: CASTANHO Em 1.653 segundos Nivel: 2 Pergunta: PRETO O que respondeu: PRETO Em 5.187	9/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Maria - 07/07/2017 15:48:37 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 8.688 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 7.321 segundos Nivel: 3 Pergunta: C	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Maria - 07/07/2017 15:46:48 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 8.688 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 7.321 segundos Nivel: 3 Pergunta: C	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Maria - 07/07/2017 15:44:32 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 8.688 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 7.321 segundos Nivel: 3 Pergunta: O q	7/07
Maria	<input type="checkbox"/>	★	eu	Maria - 07/07/2017 15:41:32 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: o urso tem um chapéu CASTANHO O que respondeu: o urso tem um chapéu CASTANHO Em 4.787 segundos Nivel: 2 Pergu	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Manuel - 07/07/2017 15:37:47 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: a tartaruga brinca com a bola AZUL O que respondeu: a tartaruga brinca com a bola AZUL Em 8.388 segundos Nivel: 2 Per	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - 07/07/2017 15:36:35 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: baão ROXO O que respondeu: baão CASTANHO Em 8.388 segundos Nivel: 2 Pergunta: baão ROXO O que respondeu	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - 07/07/2017 15:35:23 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: PRETO O que respondeu: PRETO Em 8.388 segundos Nivel: 2 Pergunta: LARANJA O que respondeu: LARANJA Em 18.35	7/07
Francisco	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - 07/07/2017 15:34:21 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: SEIS O que respondeu: SEIS Em 8.388 segundos Nivel: 2 Pergunta: SETE O que respondeu: UM Em 18.353 segund	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - 07/07/2017 15:32:55 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a VELA ao LADO da MESA O que respondeu: — Em 8.388 segundos Nivel: 2 Pergunta: Coloca o QUEIJO ao	7/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Francisco - 07/06/2017 20:18:40 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: BRANCO O que respondeu: BRANCO Em 2.687 segundos Nivel: 2 Pergunta: PRETO O que respondeu: PRETO Em 2.687 s	6/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Rodrigo - 07/06/2017 17:00:02 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o LIVRO em CIMA da CADEIRA O que respondeu: — Em 5.852 segundos Nivel: 2 Pergunta: Coloca o QUEIJO	6/07
Maria	<input type="checkbox"/>	★	eu	Maria - 07/06/2017 17:41:26 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o NOVELO em CIMA da MESA O que respondeu: — Em 1.954 segundos Nivel: 2 Pergunta: Coloca o QUEIJO ao	6/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Miguel - 07/06/2017 16:57:29 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 3 Pergunta: O que respondeu: — Em 3.187 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 7.887 segundos Nivel: 3 Pergunta:	6/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Miguel - 07/06/2017 16:54:19 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o LIVRO por BAIXO do BANCO O que respondeu: — Em 3.187 segundos Nivel: 2 Pergunta: Coloca o OSSO por	6/07
	<input type="checkbox"/>	★	eu	Miguel - 07/06/2017 16:47:24 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: CINZENTO O que respondeu: ROXO Em 6.32 segundos Nivel: 1 Pergunta: CINZENTO O que respondeu: ROXO Em 12.121 s	6/07

Figura 7.1. Dados retirados através da ferramenta de várias crianças (1ª parte)

<input type="checkbox"/> ★ eu	Samuel - 07/06/2017 16:00:40 Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: NOVE O que respondeu: SEIS Em 2.551 segundos Nivel: 1 Pergunta: NOVE O que respondeu: NOVE Em 7.185 segun	6/07
<input type="checkbox"/> ☆ eu	a53165967ae6b5dda61334caa40d8bca7f50cba - 7/1/2017 7:00:20 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: balão BRANCO O que respondeu: balão BRANCO Em 3.179 segundos Nivel: 2 P	1/07
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Sofia - 06/29/2017 12:39:18 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERMELHO O que respondeu: VERMELHO Em 1.753 segundos Nivel: 2 Pergunta: CINZENTO O que respondeu: CINZENTO Ei	29/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Sofia - 06/28/2017 12:31:27 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: chapéu LARANJA O que respondeu: chapéu LARANJA Em 2.554 segundos Nivel: 2 Pergunta: chapéu VERDE O que respondi	28/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Sofia - 06/28/2017 12:28:30 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca o OSSO por BAIXO da FOLHA O que respondeu: — Em 10.207 segundos	28/06
<input type="checkbox"/> ★ eu	DINIS - 06/26/2017 17:13:59 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: BRANCO O que respondeu: BRANCO Em 4.82 segundos Nivel: 2 Pergunta: ROSA O que respondeu: ROSA Em 2.988 segund	26/06
<input type="checkbox"/> ★ eu	Duarte - 06/26/2017 16:07:16 Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a BOLA em CIMA da FOLHA O que respondeu: — Em 3.682 segundos *	26/06
<input type="checkbox"/> ★ eu	Samuel - 06/26/2017 15:19:37 Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: chapéu VERMELHO O que respondeu: chapéu VERMELHO Em 2.486 segundos Nivel: 2 Pergunta: chapéu PRETO O que	26/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Pidrale - 6/26/2017 12:16:36 AM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: Coloca a VELA ao LADO da FOLHA O que respondeu: — Em 1.724 segundos Nivel: 2 Pergunta: Coloca o LIVRO por	26/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Pedro - 6/25/2017 11:13:08 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: POR BAIXO O que respondeu: POR BAIXO Em 2.493 segundos Nivel: 2 Pergunta: AO LADO O que respondeu: AO L	25/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Pedro - 6/23/2017 5:07:06 PM Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: SETE O que respondeu: SETE Em 1.186 segundos Nivel: 2 Pergunta: CINCO O que respondeu: CINCO Em 3.798 seg	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	qwe - 6/23/2017 4:39:20 PM Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: TRES O que respondeu: TRES Em 1.285 segundos Nivel: 2 Pergunta: DEZ O que respondeu: DEZ Em 2.058 segundos N	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	asd - 6/23/2017 4:36:40 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis VERDE O que respondeu: lápis VERDE Em 1.163 segundos Nivel: 2 Pergunta: lápis AMARELO O que respondeu: lápis	23/06
<input type="checkbox"/> eu	123 - 6/23/2017 3:09:53 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.005 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.777 segundos Nivel: 3 Pergunta: O	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	123 - 6/23/2017 2:57:36 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: POR TRAS O que respondeu: POR TRAS Em 2.853 segundos Nivel: 2 Pergunta: DENTRO O que respondeu: DENTRO E	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Gonçalo - 6/23/2017 2:49:08 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis ROXO O que respondeu: lápis ROXO Em 4.693 segundos Nivel: 2 Pergunta: lápis CINZENTO O que respondeu: láp	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Pedro - 6/23/2017 2:45:05 PM Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: SETE O que respondeu: SETE Em 3.039 segundos Nivel: 2 Pergunta: NOVE O que respondeu: NOVE Em 5.808 segun	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Manuel - 6/23/2017 10:58:33 AM Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: CINCO O que respondeu: CINCO Em 1.063 segundos Nivel: 2 Pergunta: QUATRO O que respondeu: QUATRO Em 1	23/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Joao - 6/21/2017 9:43:13 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 3 Pergunta: o osso está POR BAIXO do cão O que respondeu: o osso está POR BAIXO do cão Em 6.945 segundos Nivel: 2 Pergunta	21/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Manuel - 6/21/2017 6:33:15 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: balão PRETO O que respondeu: balão PRETO Em 1.263 segundos Nivel: 2 Pergunta: balão VERDE O que respondeu: ba	21/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	abc - 6/21/2017 6:20:36 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: balão CASTANHO O que respondeu: balão CASTANHO Em 1.544 segundos Nivel: 2 Pergunta: balão VERDE O que respondi	21/06
<input type="checkbox"/> eu	Pedro - 6/21/2017 3:52:41 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 3 Pergunta: CINZENTO O que respondeu: Em 2.555 segundos Nivel: 2 Pergunta: ROSA O que respondeu: Em 0.384 segundos Nivel	21/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Telmo - 6/21/2017 3:10:09 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.374 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 0.965 segundos Nivel: 3 Pergunta	21/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Pedro - 06/19/2017 18:21:47 Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.647 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 4.392 segundos Nivel: 3 Pergunta: C	19/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	(sem assunto) - 6/19/2017 1:55:42 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: AO LADO O que respondeu: AO LADO Em 2.004 segundos Nivel: 2 Pergunta: EM CIMA O que respondeu: EM	19/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	dass - 6/19/2017 10:04:48 AM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 2.252 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu: — Em 3.565 segundos Nivel: 3 Pergunta:	19/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	Luis - 6/19/2017 9:56:33 AM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 2 Pergunta: o chapéu está EM CIMA da tartaruga O que respondeu: o chapéu está EM CIMA da tartaruga Em 2.018 segundos Nivel: 2	19/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/16/2017 7:54:49 PM Categoria: Locativos >Descrição Pergunta: o cão está DENTRO da casota O que respondeu: Em 18.784 segundos *	16/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 11:12:59 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.714 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondi	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 8:32:11 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 7.113 segundos *	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 8:26:29 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.521 segundos Nivel: 2 Pergunta: O que respondeu:	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 8:20:51 PM Categoria: Funções >Dificuldade: ETAPA 1 * * 6/13/2017 8:21:50 PM Categoria: Funções	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 8:20:15 PM Categoria: Números >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: NOVE O que respondeu: NOVE Em 1.33 segundos *	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 8:19:52 PM Categoria: Cores >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: lápis LARANJA O que respondeu: lápis LARANJA Em 2.104 segundos	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - * * 6/13/2017 8:18:33 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: ETAPA 1 Nivel: 1 Pergunta: AO LADO O que respondeu:	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/13/2017 7:20:16 PM >Dificuldade: ETAPA 1 Pergunta: O que respondeu: — Em 1.914 segundos * * 6/13/2017 7:20:	13/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	A47895AD-490E-47E4-9675-D3BE2E96D843 - 06/13/2017 03:11:32 Categoria: Cores >Dificuldade: Inicial Pergunta: VERDE O que respondeu: VERDE Em 2.918 segundos Nivel: 2 Pergunta: AMARELO O	13/06
<input type="checkbox"/> eu	A47895AD-490E-47E4-9675-D3BE2E96D843 - 06/12/2017 19:41:29 Categoria: Locativos >Dificuldade: Inicial Pergunta: Coloca o OSSO por BAIXO da FOLHA O que respondeu: — Em 3.912 segundos *	12/06
<input type="checkbox"/> ☆ eu	b70d935abdcabfe8dee4874041f36bd36606febd - 6/12/2017 6:56:00 PM Categoria: Locativos >Dificuldade: Inicial Pergunta: Coloca o NOVELO por BAIXO da CADEIRA O que respondeu: — Em 2.909 seg	12/06

Figura 7.2. Dados retirados através da ferramenta de várias crianças (2ª parte)

“Falar Pelos Cotovelos” - Use of Serious Games as a learning tool to aid children suffering from developmental disorders

Pedro Leandro^{1,2}, Tiago Cardoso^{1,2}, Sofia Monteiro³ and Miguel Palha³

¹Eletrotecnical Department, ²Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa, ³DIFERENÇAS – Centro de Desenvolvimento Infantil
p.leandro@campus.fct.unl.pt, tomfc@uninova.pt, sofiabrasmonteiro@gmail.com

Abstract. Nowadays the concept of Developmental Disorders isn't that familiar to the most of us, although it is something largely present in modern society. Children affected with these disorders tend to have a different childhood and, if not treated correctly, adulthood, as well. Although this problem is being fought by therapists with the proper skills to it, the tools they have at their disposal are limited, causing a loss of interest by the children in the sessions. This research work objective is to focus on the abrupt growth of technological resources, and its use by children, to create a tool with the purpose of aiding doctors in their therapies. In other words, creating digital games that serve both the therapeutic and fun purposes.

Keywords: Serious Games, Developmental Disorders, Therapies.

1 Introduction

Developmental disorders can have various kinds of effects in a person, since cognitive reasoning to attention disorders, making it difficult for a person affected with this kind of illness to live a normal life [43]. However, there are professionals dedicated to fight these problems, which can be psychologists, sociologists and speech therapists, trying in their maximum effort to promote the social integration of the people affected with these disturbances. Unfortunately, the resources available to the professionals aren't following the technological advances we are witnessing, lately, therefore the tools that are being used become somewhat obsolete and disinteresting to the patients, mostly children and since it is hard for a child with development disorders to maintain interest in a specific task, they begin to lose interest in the therapies themselves.

Consequently, it would be much more appealing to some children, during the therapy session or when he or she is at home with his parents, to have a leisure moment playing a game that is, simulations, amusing him and teaching the message intended by the therapist. Is this possible then?

The concept of serious game emerges in this context, having the purpose to promote a behavioral change in the player. This game needs, then, to be developed in partnership with therapists through techniques previously studied to achieve the intended changes, which can be of knowledge acquisition, physical capabilities training or cognitive and even of mental health [1][6]–[8].

We can say that, to develop a serious game that can cause an enormous impact, it must be a perfect harmony of three studies: 1 - Digital games, to know the best way to develop a game, and the main components that define one; 2 - Pathologies, completely understand the pathologies that the game intends to fight, knowing the consequences of adding and removing certain components of the game; 3 - Therapies, since there are, already, various studies on what is the best way to approach these disturbances, one must research what is the most efficient one. In this case in particular with the special aid of *DIFERENÇAS - Centro de Desenvolvimento Infantil* (a supporting center for children with special needs, in particular the ones studied in this paper) and its therapists.

The aim of this research work was to develop and test a new method of treatment for the disturbances mentioned above, in a way that the users can take advantage of it at the sessions but also at the comfort of their own homes, firstly aided by their therapists and parents, but after some time use it autonomously as a didactic method of autolearning. The game will also assess the patient progress throughout the game usage time, in order to compare the patient stage, before and after being exposed to the game.

The game will have as its main target, children with the pathologies previously mentioned, with ages between three to five years in a preschooler level of learning (Portuguese since the game will be firstly developed with the aid of a Portuguese support center, for children), it will be developed in partnership

with *Diferenças* to better understand the limits of complexity and what are the key aspects of learning and training of their patients.

In this paper will be explained the concept of serious games, and how they can be applied as a treatment method for pathologies, it will be discussed developmental disturbances and the therapies used to treat them. After this it will be presented the prototype itself that will be used by the children to prevent the advances of the side effects caused by the disturbances mentioned in this paper, and what can be taken as a conclusion for this study and what can be done in the future.

2 Background

What differs serious games from the commonly played games it's the objective that the own games have, in this specific case they have the purpose to provoke changes, (positive ones) in the players, which can be at a behavioral level (therapeutic games), or to acquire certain skills (training through the use of simulators), all these used in the military field, health field and governmental field.

Also, education field can benefit with these advances of serious games, allowing its user to assimilate a large amount of information, in a short period of time because of the immersion that the game itself promotes to the user.

Some studies suggest that a large amount of benefits can be withdrawn from the usage of serious games with children, as they pay more attention and the diagnoses taken from the games are more accurate since they are taken directly from the activity and can gather a countless number of information.

Developmental disorders, in this case of study Intellectual and of Language, can be noticed in a child at a very young age since it begins as soon as the child starts to grow. Intellectual deficit as the name indicates, provokes issues at an intellectual and functional level such as reasoning, problem solving, judgement and learning capacities [2]. Language disturbances involve the difficulty in acquisition and language process, as this language can be spoken, written or even other kind (e.g. sign language), due to deficits in comprehension and consequently expression [39], [40]. Both disorders, when not treated correctly and since a young age by professionals, may limit the daily life of a person, not only as a child but also at an advanced age, as it makes it difficult or in some cases makes communication impossible to these individuals since they lack the capacity to express and comprehend correctly. All this will then result in social exclusion for these individuals [2].

As a way to prevent those extreme cases there are various strategies of intervention for these disturbances, one of them, and probably the most important, is the professional support (given by a therapist) to a child given that this is the most important stage of treatment for the disorders mentioned above. Therapies normally are followed with the learning activities, which in most cases are done with the support of board games, power-point presentations and work-sheets. The problem with these methods is that they become somehow boring to the user, in these cases in particular where the children have attention deficits becomes even harder. This opened an opportunity to the use of technological tools to aid the therapies and make them more interactive and stimulant, but the problem with this is that there are few available applications that meet the requirements to treating the disorders, and the ones that almost can, only treat some important categories of learning. Not to mention that none of the therapies tools mentioned above have the capacity to build reports or collect the data intended by the therapists to better the performance of the patient.

The application proposed to be developed on this research work ("*Falar Pelos Cotovelos*" digital game) will surpass all these problems, by being immersive, gaining and maintaining the attention of a children at the same time it is passing the intended information, and to conclude will then send the gathered gameplay data of the users.

3 "Falar Pelos Cotovelos"

"Falar Pelos Cotovelos" will be the game resulting from this research work. The game will be divided in two components: 1 - the ludic component (which assures that the children are having fun while they play the game); 2 - the educational component (the important one because it is the one that "trains" the patient and collects its improvement).

To know what the game could contain, it was needed to have various meetings with *Diferenças*, and after some meetings, the game structure relative to the ludic component had been finalized.

The main components in study, selected by *Diferenças*, are Colors, Numbers, Locatives and Functions. These were the fundamental issues that the therapists saw in their patients, that is why they were chosen to be in the application. Each one of these categories will be subdivided in various stages, that differ from each other by difficulty. In other words, as a player advances through stages, the tasks themselves become more difficult.

Every stage will have six levels that the users must complete. To make the learning process more appealing, the stages (work part of the game) themselves will have a more stimulant and dynamic look, so that the children won't get tired from playing the same game over and over. This will be accomplished, by granting that the game will not take the same course more than once, thus creating more variety.

The procedure of advancing through stages, after picking the category, and consequently unlocking more stages (visually explained in **Figure 1**) consists in, start of the stage itself. Then the game will check to see if the last level has been reached, if not, it will ask the first question, and if this answer is correct, the user is going to get a positive feedback, advances to the next level and consequently gets asked a new question. If the answer was wrong, the user gets a negative feedback, but he will be allowed to repeat the level. When the user reaches the last level and passes it, he will be able to play the minigame designed to entertain and maintain interest in the game - the ludic component mentioned.

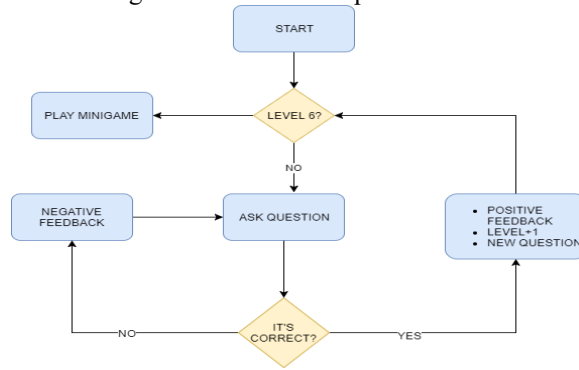


Figure 1. Visual explanation of a stage mechanic.

The most important part of this game is to make sure the children are making progress and getting better (mostly in the categories of study) as they keep playing the game. And to keep track of the progress, it will be developed a method of information gathering, in every stage the children plays, which will collect the information that the therapists from *Diferenças* have found most important **Table 1**.

Table 1. Report Information.

Information	Explanation
Level Information	Used to know what category stage and level the user got the question right or wrong
Question	Get the question itself
Answer	Get the answer given by the user
Reaction Time	How much time did he take to respond, right or wrong

3.1 Colors

To ease the comprehension of the levels mechanics it the process of building was divided by categories. The first one was the Colors. First it was necessary to know how the category itself would be organized in terms of difficulty because it is necessary to increase it for the children to have a growing learning procedure. This division, with a brief description, is shown in **Table 2**.

Table 2. Color category mechanics.

Stage	Description
Initial	The user must select between four figures the right one, involving only colors.
Stage 1	The user must select between four figures the right one, involving colored objects.

Stage 2	The user must select between two figures the right one, involving random animals playing with colored objects.
Stage 3	The user must describe what he sees in the picture, and then record what it sees, compare with the actual description.

All these stages will have six levels, with the same difficulty, but always different from each other. The first three (Initial, Stage1, Stage2) will all be aided by sound (the question itself) and by a text support also (for the users that already can read). The final stage was asked to be done by the therapists, they saw necessary to evaluate the skills, users acquired when playing the previous categories. For this the user will be presented with one image only (color related), and they must describe the picture correctly while recording the sentence, next they should compare it with the description of the figures decided by the therapist, and then the see if they got the description right or wrong.

The first three stages only let the children advance to the next level when they get the right answer by giving a visual and audible positive reinforcement when the answer is wrong they only hear a sound associated with losing. Stage 3 has the negative and positive feedbacks, and at the same times allows the level to increment even if it is wrong (but then register the wrong answers), in this stage it is possible for the user to have access to the question displayed on the screen, by clicking the question mark, this is exemplified on **Figure 2 (a)** - the image relative to stage 3.

With all the color mechanics planned it was necessary to implement the category itself, by stages. This was achieved based on the questions previously imposed by *Diferenças*.

As shown in the **Figure 2 (a)** the Initial Stage, Stage 1 and Stage 2, present the color of the right answer as the background color, this was a requirement imposed by the therapists, as they saw necessary for the children to have the reinforcement of what they just answered in a “larger” scale (the entire background).

The words with the colors are in upper cases, this was an option adopted with the advising of the therapists, as they saw profitable to have it this way, for the children to start associating the color with that word, and begin to interiorize its concept.

3.2 Numbers

Next will be explained the concept and mechanics behind the numbers category, which is the simplest one. The objective with the development of a category like this is to educate, mostly, children in the pre-scholar stage, by teaching, or reinforcing, the numbers (counting up to ten, a choice made by the doctors at *Diferenças*, because of the average age of their patients).

We will then begin to analyze its mechanics similarly to what was done to the Color category (**Table 3**).

Table 3. Numbers category mechanics.

Stage	Description
Stage 1	The user must select between four figures the right one, involving only numbers to ten.
Stage 2	The user must select between eight figures the right one, involving only numbers to ten.
Stage 3	The user must select between twelve figures the right one, involving numbers to twenty-five.

The mechanics of this category, are very similar to the first three in the Colors category, which consists in selecting the right answer based on the question and various figures that appear on the screen if the user get the correct answer he passes to the next level, getting the visual feedback (green screen, associated with the victory) and an audible feedback to (applause). If the user misses the right answer, he has infinite possibilities to get the right one, but while he is failing the screen turns red (negative visual feedback) and the game plays the sound of trumpets (with a negative tone). Some random levels from the different three stages are shown in **Figure 2 (b)**.

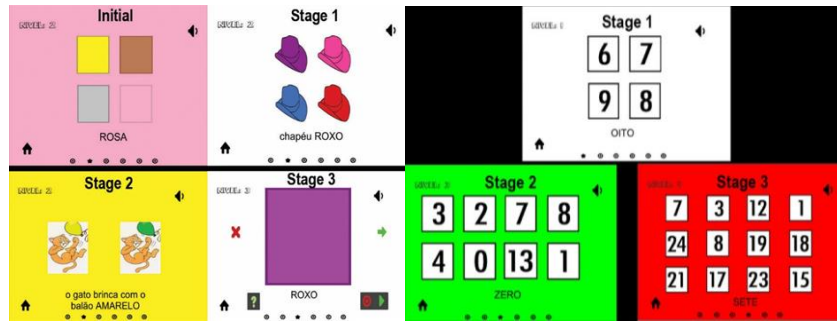


Figure 2. (a) Screenshots of all four stages in the “Colors” category; (b) Screenshots of the three stages on “Numbers” category.

In the figure presented above, it can be seen both the positive and negative, visual feedbacks (Stage 2 and Stage 3 respectively), and the normal color of the level (Stage 1), these Stages are aided with a visual and audible questions, for the user to know which figure to press on.

Once again, the word is in upper cases so that the children start to associate the tipped word with the number and the “voice” (question).

In this category, in particular, were added images (Stage 2 and 3) that aren’t used for question, however they are used as distractors to difficult the choosing process, and to test the children’s attention to the task.

To differentiate this category from the others it was added a minigame at the end that is also different, presented later in this paper.

3.3 Locatives

The next category in study is the one relative to the locatives. With this category it’s expected for the children that have difficulties with the concepts of locatives (e.g. “on top of”, “bellow”, etc) to improve, and to be able to express them verbally (description) and with actions (by putting some object in the correct place, in other words expression). The locatives category is then divided in the way that is shown in **Table 4**.

Table 4. Locatives category mechanics.

Stage	Description
Stage 1	The user must drag a random object to a specific location (in relation to another object) based on the instruction given.
Stage 2	The user must select between four figures the right one, from eight locatives.
Stage 3	The user must select between six figures the right one, from eight locatives.
Description	The user must describe what he sees in the picture, and then record what it sees, compare with the actual description.

The mechanics surrounding this category both on Stages 2 and 3 are similar to the functioning of the stages in the numbers category, the description stage is equal to the Stage 3 of the colors, with the exception that the user can only play when accompanied by an adult. Now the Stage 1 has a different mechanics from the rest of the stages, in this one the user ears and reads (if he already can) the instruction then he or she must move the object of the instruction to the place that the instruction is requesting. If he misses the place, the object returns to the initial position and the user can repeat the task. The aspect of the stages can be view in **Figure 3** (a).

Once again, the words relative to the category are in upper case, so the user may begin to associate them with the instruction given by the voice. In this category was decided not to differentiate “left” to “right”, therefore there is only one locative “beside” which can be associated with a “left” of “right” picture.

3.4 Functions

Initially, when the game was beginning to be designed, this category wasn't planned, but after some tests and sessions practiced by the therapists, they asked for a category that allows them to train the children with the functions or aims of some objects, which a person without these disabilities can learn by themselves.

The objective of this category is to teach children what is used to play, to dress, to eat and drink (for now). The function category will work similarly to the numbers (will have three stages with growing difficulty), but with a different game concept (it doesn't work by click on the right/wrong answer). The mechanism of work is described on **Table 5**.

Table 5. Functions category mechanics.

Stage	Description
Stage 1	The user must drag the object correspondent to the right function. Two functions (very different from each other, e.g. to drink/ to dress)
Stage 2	The user must drag the object correspondent to the right function. Two functions (similar to each other, e.g. to eat/to drink)
Stage 3	The user must drag the object correspondent to the right function. Three functions (e.g. to eat/to drink/to play)

On the stage 1 and 2 the user is asked to move one object (from a total of twenty) to one of two ellipses corresponding to the correct function (the ellipse contains an image explaining what the function is - **Figure 3** (b)), and repeat this process five times. What differs stage 1 from 2 is that in the first one the functions are very different from each other (to eat and to play), in the second one they are "closer" to each other (to eat and to drink). In the last stage, the users are asked to perform the same action with one object, but this time they have to choose from three different random functions (ex: to eat, to drink, to play).

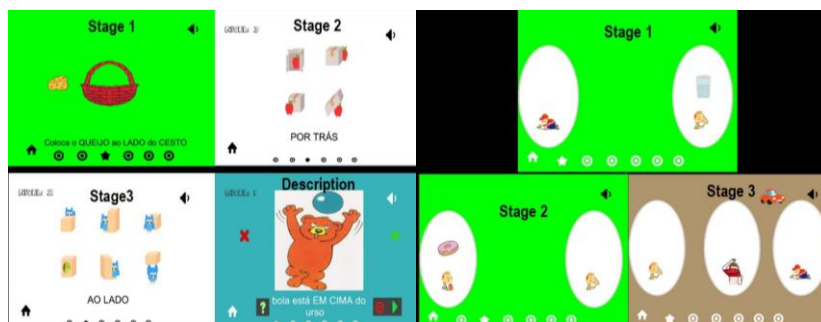


Figure 3. (a) Screenshots of all four stages in the "Locatives" category; (b) Screenshots of the three stages on "Functions" category.

Whenever the user needs help, because he may be confused on what the object to move is, he can always have an output sound to help him, just by clicking the sound button, located on the top right corner of the screen, and the game will then tell the children what object that is. If the user places the object in the wrong ellipse, the object return to its starting position and becomes translucent, so that they know that the answer was wrong and they must try again. If the object was placed in the right function, the screen turns green and the user gets the game output sound of which category did the object belong to.

3.5 Mini Games

The objective of these minigames is for the children to have a reward for completing the tasks, with the right answers.

Categories like colors, locatives and functions, have a minigame where some balloons will appear from the bottom part of the screen and rise until they disappear completely from the screen, and the user has to destroy these balloons. With this game, it is asked for the children to practice their attention and

reaction time. The number of popped balloons are counted but only with the intention to invoke a competitive spirit in the kids.

The second minigame, only present in the numbers category, has the same principle with the popping of the balloons, but in this case the balloons are already on the screen with a counter, and as the children are popping these balloons the counter will decrement. This was a suggestion given by the therapists, as they see that this will teach counting mechanics to the children. That is why it's only in the numbers category.

4 Data collecting and data treatment

This might be the most important feature of the game since it hosts the information requested in **Table 1** during the game, in a temporary “.csv” document and when the user finishes a game session it sends this information. This information, by now, is being sent via email from and to a management account of the game to then be treated on an excel format, with graphs and cross reference it with data previously given by the therapists about the children who have played the game. After the data is compared, it is necessary to work together with the therapists in order to establish if the children had made progress or not, if not, why? And if they made progress, how can they improve from then, what categories are now of interest, with what objects?

Until July 19th, since June 26th, the game had thirty entries from twenty different children (all belonging to *Diferenças*), played in average twenty minutes per session. All this information was taken already in the final version, with few updates made during this period. Previously the game had already been tested by some children.

5 Conclusion and future works

As we can see by the analysis of the game usage and the game time duration of the player, it can be concluded that the application itself is entertaining for the children and may be used as an amusing method of treatment for developmental disorders, also by some tests performed in *DIFERENÇAS*, where the children reacted positively to the game, including clapping reaction from the positive feedbacks presented in the game and the balloon popping part.

Now, to know for sure if the method could be applied as a therapy it would be needed more time, experimenting the game on children, to make an educated analysis.

In the future, it would be of interest to develop a tool that could treat autonomously the collected data of each patient and automatically compare it with the information already provided by the therapists. And give this information to the doctors, for them to know what course to take with each patient.

References

- [1] S. McCallum, “Gamification and serious games for personalized health,” *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 177, pp. 85–96, 2012.
- [2] R. Oliveira, F. Rodrigues, J. M. Saraiva, and B. Fernandes, “Avaliação e Investigação Etiológica do Atraso do Desenvolvimento Psicomotor / Déficit Intelectual,” *Saúde Infant.*, no. 1, pp. 5–10, 2012.
- [3] R. De, O. De, E. Com, and M. Dos, “P i s p d c d.”
- [4] D. King, P. Delfabbro, and M. Griffiths, “Video game structural characteristics: A new psychological taxonomy,” *Int. J. Ment. Health Addict.*, vol. 8, no. 1, pp. 90–106, 2010.
- [5] D. L. King, P. H. Delfabbro, and M. D. Griffiths, “Video Game Addiction,” *Princ. Addict.*, no. May 2015, pp. 819–825, 2013.
- [6] A. Derryberry and I. Serious, “Serious games : online games for learning,” *Serious Games*, no. 9, pp. 1–15, 2007.
- [7] T. Susi, M. Johannesson, and P. Backlund, “Serious Games – An Overview,” *Elearning*, vol. 73, no. 10, p. 28, 2007.
- [8] D. R. Michael and S. L. Chen, *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*, vol.

- October 31. 2005.
- [9] N. Platform, "Training Support," vol. 5, no. August, pp. 3–7, 2012.
 - [10] "File:Flickr - The U.S. Army - Engagement skills trainer.jpg - Wikimedia Commons." [Online]. Available: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ca/Flickr_-_The_U.S._Army_-_Engagement_skills_trainer.jpg/800px-Flickr_-_The_U.S._Army_-_Engagement_skills_trainer.jpg. [Accessed: 23-Feb-2017].
 - [11] "Fire Simulator." [Online]. Available: http://www.feuersimulator.com/index_en.html#home. [Accessed: 20-Feb-2017].
 - [12] "iBG_feuersimulator_3D." [Online]. Available: http://www.feuersimulator.com/_assets/img/downloads/iBG_feuersimulator_3D_frei_01_www.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [13] "Math Games & Preschool Educational Games-123 Numbers, Free Learning App For Kids to learn on the App Store." [Online]. Available: <https://itunes.apple.com/us/app/math-games-preschool-educational/id941554211?mt=8>. [Accessed: 20-Feb-2017].
 - [14] "Math Games & Preschool Education." [Online]. Available: <http://a3.mzstatic.com/us/r30/Purple1/v4/e1/d4/ba/e1d4baaa-a3c8-584f-9d9d-fab719629991/screen520x924.jpeg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [15] L. Geurts *et al.*, "Digital Games for Physical Therapy: Fulfilling the Need for Calibration and Adaptation," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, p. 160, 1989.
 - [16] N. F. Cook, T. McAloon, P. O'Neill, and R. Beggs, "Impact of a web based interactive simulation game (PULSE) on nursing students' experience and performance in life support training - A pilot study," *Nurse Educ. Today*, vol. 32, no. 6, pp. 714–720, 2012.
 - [17] M. Bayón-Calatayud *et al.*, "Virtual Rehabilitation," in *Emerging Therapies in Neurorehabilitation II*, vol. 10, 2016, pp. 303–318.
 - [18] "PULSE-SERIOUS GAME." [Online]. Available: http://1.bp.blogspot.com/_Ss_rLDyRQck/SxKokhlWAuI/AAAAAAAAAMWk/I8aHLYxeHyE/s400/Serious-Games+192.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [19] "the world 's most advanced offshore simulation complex offshore simulation centre."
 - [20] Cryengine, "CRYENGINE Features." [Online]. Available: <https://www.cryengine.com/features/platforms>.
 - [21] "cryengine logo." [Online]. Available: https://www.cryengine.com/files/news/logo_horizontal_black69.jpg. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [22] "Farcry_game." [Online]. Available: <http://cdn.akamai.steamstatic.com/steam/apps/13520/header.jpg?t=1447351265>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [23] "crisis_game." [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/XGTwbaYXkvA/maxresdefault.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [24] "the climb game." [Online]. Available: <https://s3.amazonaws.com/static.oculus.com/website/2016/04/image-1-sized.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [25] "If You Love Something, Set It Free." [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free>.
 - [26] "Unreal Engine Technology," 2014. [Online]. Available: <http://images.thisisxbox.com/2015/03/1425334231-unreal-engine-logo.png>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [27] "The 10 Most Glorious Games Made with the Unreal Engine - Blogs - Gamepedia." [Online]. Available: <http://www.gamepedia.com/blogs/639-the-10-most-glorious-games-made-with-the-unreal>.
 - [28] "unreal tournament 2004." [Online]. Available: <http://www.mobygames.com/game/unreal-tournament-2004/promo/promoImageId,118235/>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [29] K. Moltenbrey, "Gears of war 3," *Comput. Graph. World*, vol. 35, no. 2, pp. 18–22, 2012.
 - [30] Gearbox Software, "Borderlands 2," 2012. [Online]. Available: <http://oyster.ignimgs.com/mediawiki/apis.ign.com/borderlands-2/thumb/1/12/Borderlands-2-big.jpeg/468px-Borderlands-2-big.jpeg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [31] "Unity - Services." [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt/services>. [Accessed: 31-Jan-2017].
 - [32] R. H. Creighton, *Unity 3D Game Development by Example*. 2010.
 - [33] "unity engine logo." [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [34] "Temple Run." [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/iAoyjhSNUqw/hqdefault.jpg>.

- [Accessed: 24-Feb-2017].
- [35] “kerbal space program.” [Online]. Available: <https://i.ytimg.com/vi/5nvnQ9MaZ5I/maxresdefault.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [36] “hearthstone game.” [Online]. Available: <http://blogs-images.forbes.com/insertcoin/files/2014/12/hearthstone1.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [37] M. Masters, N. stranger to writing Articles, handing out "aha Moments, " Mark is a part of the team actively Working, C. Forums, and D. with T. Software, “Choosing the Right Game Engine | Unity, Source 2, Unreal Engine 4 or CryENGINE,” vol. 2015. 2015.
 - [38] American Psychiatric Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 2013.
 - [39] “Perturbação de Hiperatividade com Défice de Atenção Miguel Palha – Pediatra do Desenvolvimento Centro de Desenvolvimento Infantil DIFERENÇAS.”
 - [40] A. P. Coutinho, “As perturbações da aquisição e do desenvolvimento da linguagem,” *Univ. Nov. Lisboa Esc. Nac. Saúde Pública*, pp. 10–11, 21, 2012.
 - [41] “Phrase FLiPS | Flip Book for Learning Intelligible Production of Speech | Product Info.” [Online]. Available: <https://www.superduperinc.com/images/widerLayout/product/main/BK372.jpg>. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [42] “lexico compreender.” [Online]. Available: http://www.pappy.ch/pappy_frontpage/images/lexcogPTPT.png. [Accessed: 24-Feb-2017].
 - [43] E. D. O. Desenvolvimento, “Perturbações do desenvolvimento infantil – conceitos gerais,” pp. 669–676, 2009.